

# Approche épidémiologique de la santé des vaches laitières à l'aide de l'outil d'évaluation Welfare Quality®

**Maud COIGNARD**



**THÈSE DE DOCTORAT** sous le label de L'Université Nantes Angers Le Mans

en vue de l'obtention du grade de

**Docteur d'Oniris - École Nationale Vétérinaire Agroalimentaire et de l'Alimentation Nantes-Atlantique**

École doctorale : *Biologie-Santé Nantes-Angers*

Discipline : *Biologie, médecine, santé*

Spécialité : *Recherche clinique, innovation technologique, santé publique*

Unité de recherche : *UMR1300 Biologie, Epidémiologie et Analyse de Risque en Santé Animale*

**Thèse soutenue le 28 Octobre 2013** devant le jury composé de :

**Nathalie BAREILLE** : Professeur, Oniris, Nantes, France / *Directrice de thèse*

**Virginie MICHEL** : Ingénieur de recherche, ANSES, Ploufragan, France / *Rapporteur*

**Christoph WINCKLER** : Professeur, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienne, Autriche / *Rapporteur*

**Caroline GILBERT** : Maître de Conférences, Ecole nationale vétérinaire d'Alfort, Maisons-Alfort, France / *Examineur*

**Raphaël GUATTEO** : Maître de Conférences, Oniris, Nantes, France / *Co-encadrant de thèse*

**Isabelle VEISSIER** : Directrice de recherche, INRA, Saint-Genès Champanelle, France / *Co-encadrant de thèse*





# Préambule

---

Le travail présenté dans cette thèse est issu d'une collaboration entre l'UMR 1300 équipe Biologie, Épidémiologie et Analyse de Risque en santé animale (BioEpAR), INRA-Oniris, Nantes et l'UMR 1213 Herbivores, équipe Adaptation et Comportements Sociaux (ACS), INRA VetAgro Sup, Saint-Genès-Champanelle. Il a été co-financé par l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) et par le groupe DANONE RESEARCH.

Les travaux de recherche ont été menés au sein de l'UMR BioEpAR sous la direction de Mme Nathalie Bareille, professeur à Oniris et sous le co-encadrement de Raphaël Guatteo, maître de conférences à Oniris et Isabelle Veissier, directrice de recherche à INRA VetAgro Sup, Saint-Genès-Champanelle.

**Merci à ces différents partenaires qui ont permis la réalisation des travaux  
présentés dans cette thèse**



# Remerciements

---

Un tel projet ne peut pas être réalisé sans le rassemblement de multiples partenaires et un solide entourage...

Je tiens en tout premier lieu à adresser mes plus sincères remerciements à ma directrice de thèse, Nathalie Bareille. Merci pour la confiance que tu m'as portée dès le premier jour, pour tout le temps que tu m'as consacré durant ces trois années et pour ta capacité à me rediriger patiemment vers la bonne direction quand je m'égarais un peu. J'ai beaucoup appris à tes côtés. Ta faculté à trouver en quelques secondes la solution pertinente à un problème ressassé pendant des heures reste définitivement un grand mystère...

Un immense merci également à mes deux co-encadrants, Raphaël Guatteo et Isabelle Veissier. Raphaël, coach exemplaire, merci pour ta pédagogie sans faille en toutes circonstances et ta capacité à toujours trouver du « haut » dans les « bas » du quotidien. Ta disponibilité de chaque instant et tes encouragements pour me pousser vers le meilleur m'ont été très précieux et je souhaite à tout thésard d'être soutenu comme je l'ai été. Isabelle, merci d'avoir su prendre du temps pour moi. Malgré la distance, tu as su être là pour me fournir des conseils avisés et suivre d'un œil expérimenté les différentes étapes de mon parcours. Merci pour la qualité de nos échanges et pour ta générosité.

Un grand merci à Virginie Michel et Christoph Winckler pour avoir accepté d'être rapporteurs de ce travail et à Caroline Gilbert pour avoir accepté d'être examinateur. Merci à tous les trois du temps consacré à apporter votre regard critique.

Merci à Denis Pâquet, Luc Mounier, et Jos Noordhuizen pour leurs conseils avisés, leurs encouragements et la richesse des échanges partagés durant les trois comités de thèse.

Un grand merci également à Henri Seegers pour son accueil et sa bienveillance et à Christine Fourichon pour sa confiance, ses conseils expérimentés et son soutien dans un contexte chaleureux et familial, ambiance si caractéristique de l'UMR BioEpAR.

Ce travail n'aurait pu se faire sans la participation volontaire des éleveurs (et celle indulgente de leurs vaches). Un immense merci aux quelques 150 d'entre eux des

différentes régions de France qui ont su nous faire confiance. Toujours avec le même accueil et la même disponibilité malgré nos nombreuses demandes. Merci pour les échanges partagés au café du matin, quelques minutes privilégiées qui ont rythmé mes débuts de journée pendant de nombreux mois.

Merci également aux Groupements de Défense Sanitaire du Grand Ouest (Loire-Atlantique : Benoît Michenot ; Mayenne : Franck Pelletier ; Morbihan : Laurence Mocquet, Ivonne Leperlier et Alain Joly ; Ille-et-Vilaine : Eric Borius), d'Auvergne et Rhône-Alpes, Bovicap-Conseils (Alban Charrette), CLASEL (Olivier Recoursé), Atlantique Conseil Elevage (François Massaer), ainsi qu'à l'équipe Terrena d'Ancenis (Marie-Anne Lefol, Carole Toczé, Audrey Gillot, Guillaume Gauthier, Julien Gaultier, Michel Kervil, Patrice Rattier) pour l'intérêt qu'ils ont porté à cette étude et leur participation plus qu'active dans le processus de recrutement.

Merci aux vétérinaires praticiens pour leur confiance, pensée toute particulière pour Jean-Marie Nicol qui m'a convaincue à jamais des effets irréversibles du laurier rose...

Une partie de ce travail est le fruit d'une réflexion commune. Je tiens à remercier Alice de Boyer des Roches pour son organisation irréprochable, qualité indispensable à la réussite d'un tel projet. De façon plus large, mes remerciements s'adressent à toute l'équipe ACS de l'UMRH : Isabelle Veissier, Luc Mounier, Alain Boissy, Xavier Boivin, Eric Delval, Christophe Mallet, Raphaëlle Botreau, Pascal Champciaux et Yoann Gaudron pour ne citer qu'eux.

Merci à tous les investigateurs, partenaires du froid et de la réalité du terrain des plaines de l'Ouest jusqu'aux montagnes de la vallée du Rhône, Alice de Boyer des Roches, Jean-Yves Audiart, Didier Billon, Eric Delval, Christophe Mallet, Charlotte Hoogveld, Alexis Truffert, Rémi de Bauchez. Merci à Jean-Yves d'avoir pris le temps de nous ramener quelques photos souvenirs et surtout d'avoir toujours rattrapé mes petits oublis logistiques en me laissant souvent croire que j'avais bien pensé à tout. Et quand les données sont collectées, il reste la dure tâche de la saisie. Merci à Jean-Yves, Michel, Christophe et Eric d'avoir su si efficacement assurer cette mission. Et bien sûr, merci à Didier d'avoir facilité ce travail en apportant ses précieuses compétences dans l'élaboration de la base de données.

Un immense merci à Anne Lehébel pour toute la réflexion statistique qu'elle a fourni dans ce travail. Ton implication, ta pédagogie et ta patience en toutes circonstances rendent le travail avec toi si simple, et pourtant il s'agit bien de statistiques. Je te souhaite beaucoup de bonheur pour la suite...

Pour réaliser tout ce travail, j'ai eu la chance d'avoir avec moi des étudiants volontaires et efficaces. Merci à Charlotte Hoogveld et à Alexis Truffert pour leur implication et leur gentillesse. Merci d'avoir fait preuve d'autant de motivation en toutes circonstances. Je vous souhaite beaucoup de réussite et d'épanouissement dans vos carrières de praticiens que j'aurais le plaisir de continuer à suivre.

Un grand merci à Evelyne, Sylvie, Juliette et Cécile pour leurs petites attentions quotidiennes et leurs capacités à gérer pour nous, même à distance, les problématiques administratives. Merci également à Katell et Elisabeth pour leurs réponses à nos nombreuses questions.

L'informatique, aussi pratique qu'il soit peut vite devenir un casse-tête. Merci à Thomas, Lekan et Erwann d'avoir fait en sorte que cela n'arrive pas trop souvent.

Si la thèse est une expérience professionnelle enrichissante, elle a avant tout été pour moi une expérience humaine de taille...

Nadine, un immense merci pour ton soutien, de la première à la dernière heure. Notre amitié simple et sincère a su me faire passer toutes les épreuves de la thèse, et tellement d'autres. Du partage de nos petites 'logettes' du début jusqu'au vrai partage d'appartement, notre co-habitation aura toujours été aussi parfaite, sans fausse note. Elle est vraiment chouette '*la fille qui habitait à Antony*'... Quand je pense à toi, bien sûr, je pense au 3<sup>ème</sup> membre de la « G4 team » : Pierrot, quelle rencontre ! Merci d'avoir compris mes idées et de les avoir si souvent partagées... Ton rire communicatif et tes petites phrases bien placées ont égayé mes journées, je vais devoir m'habituer à ne plus voir ton petit sourire moqueur sur ma droite. Merci aussi à tous les anciens pour leurs conseils pratiques, Anne-Frieda, Anne, Simon, Edouard, Aurélien, Arnaud, Mily, Maud, Alix, Charlène et à tous les thésards en poste, Nadine, Pierre, Philippe, Anne, Natacha, Elsa, Julie, Bhagat, Mohamed, Pranav, Ionut, Eric, Gaël, Guillaume, Quingli, Grégoire, Charlotte et à Sandie pour tous les

moments conviviaux que nous avons partagé. Merci également aux gens de passage, Timothée, Manon, Charlotte, Alexis, Adeline, Amélie, Georgina, Medoune, qui ont su contribuer l'espace de quelques mois à la bonne ambiance générale.

Enfin, plus largement, un grand merci à toutes les personnes de l'UMR BioEpAR pour tous les bons moments passés ensemble, pour leur gentillesse, leur attention et leur accompagnement qui m'a été si précieux durant ces trois années de thèse.

Un immense merci à ma famille qui a toujours su me soutenir et me faire confiance. Merci à mes parents de m'avoir toujours encouragé à faire mes propres choix. Comme je le soupçonnais déjà en proposant ma candidature à cette thèse, je n'aurais pas pu écrire toutes ces pages s'il n'avait pas été question de parler «élevage» et «éleveurs», et ça c'est essentiellement grâce à vous. Merci de m'avoir transmis ces valeurs et surtout merci de m'avoir permis de vivre tout ça en pratique chaque week-end. Enfin, merci à mes deux grands frères pour leur bienveillance et pour avoir toujours su entretenir ce lien précieux qui nous unit.

Et puis, bien sûr, merci à tous mes amis de près ou de loin, pour leurs encouragements et leur soutien. Petite pensée pour les Sarthois, amis de (très) longue date, qui restent toujours fidèles au poste malgré le temps qui passe.

Enfin, merci à Victorien d'avoir été si présent malgré la distance. Au réconfort des projets communs qui nous attendent.





## Sommaire

Préambule	ii
Remerciements	iv
Liste des tables	xiv
Liste des figures	xvi

### **Chapitre 1. Introduction générale..... 1**

1. Le contexte de l'émergence de la notion de bien-être des animaux d'élevage .....	3
2. Les différentes définitions et perceptions du bien-être des animaux d'élevage .....	5
3. Les démarches d'évaluation et les outils existants pour évaluer le bien-être des vaches laitières....	9
3.1 État des lieux des outils existants.....	9
3.2 Présentation détaillée de l'outil d'évaluation du bien-être Welfare Quality® chez les vaches laitières .....	13
4. Enjeux et problématique du projet de thèse .....	16
4.1 Cadrage du projet de thèse .....	16
4.2 Enjeux du projet de thèse .....	17
4.3 Quel est le niveau de santé des troupeaux bovins laitiers français ? .....	19
4.4 Quels sont les systèmes d'élevage les plus respectueux de la santé des vaches laitières ?.....	19
4.5 Peut-on optimiser l'utilisation des données collectées au sein du protocole Welfare Quality® pour mieux apprécier la santé des vaches laitières : application aux boiteries .....	20
4.6 Peut-on s'attendre à une production laitière individuelle plus élevée en améliorant le bien-être du troupeau ? .....	23
5. Objectif général et plan de thèse .....	25
Références bibliographiques .....	27

### **Chapitre 2. Description de l'état de santé et des facteurs de variation associés en troupeaux bovins laitiers français..... 33**

1. Description de l'état de santé dans les troupeaux bovins laitiers français et résumé de l'article 'Description and factors of variation of the overall health score in French dairy cattle herds using the Welfare Quality® assessment protocol' .....	35
Références bibliographiques .....	42
2. Article 'Description and factors of variation of the overall health score in French dairy cattle herds using the Welfare Quality® assessment protocol' .....	44
2.1. Abstract .....	44
2.2. Introduction.....	45

2.3. Material and Methods.....	47
2.4. Results .....	55
2.5. Discussion .....	66
2.6. Conclusion .....	72
Acknowledgments.....	72
References.....	74

**Chapitre 3. Évaluation de la possibilité d’optimiser l’utilisation des données collectées au sein du protocole Welfare Quality® : Application aux boiteries..... 81**

1. Valeur informative des données du protocole Welfare Quality® pour discriminer les boiteries de longue durée des boiteries de courte durée au cours d’une visite ponctuelle .....	83
1.1. Introduction.....	83
1.2. Matériel et Méthodes .....	84
1.3. Résultats .....	86
1.5. Discussion .....	90
1.6. Conclusion .....	92
2. Article ‘Indicateurs sanitaires associés à la durée d’une boiterie chez les vaches laitières’ .....	94
2.1. Résumé .....	94
2.2. Introduction.....	96
2.3. Matériel et Méthodes .....	97
2.4. Résultats .....	100
2.5. Discussion .....	103
2.6. Conclusion .....	105
Remerciements .....	105
Références bibliographiques.....	106

**Chapitre 4. Description de l’association entre le niveau de bien-être du troupeau et la production laitière des vaches ..... 109**

1. Résumé de l’article ‘Does milk yield reflect the level of welfare in dairy herds?’ .....	111
Références bibliographiques.....	116
2. Article ‘Does milk yield reflect the level of welfare in dairy herds?’ .....	118
2.1. Abstract .....	118
2.2. Introduction.....	119
2.3. Material and methods.....	119

2.4. Results and Discussion .....	120
2.5. Conclusion .....	124
Conflict of interest statement .....	125
Acknowledgements .....	125
References.....	126
<b>Chapitre 5. Discussion générale .....</b>	<b>127</b>
1. Mobilisation de démarches épidémiologiques .....	129
1.1. Evaluation de la qualité de l’outil Welfare Quality® pour décrire l’état de santé globale d’un troupeau bovin laitier.....	130
1.2. Description du niveau de santé et de bien-être dans les troupeaux bovins laitiers.....	137
1.3. Identification des facteurs de risque de niveau de santé dégradé .....	138
1.4. Apport en vue d’une évaluation des mesures de maîtrise de la santé et du bien-être.....	140
2. Apport et limites des résultats de la thèse.....	141
3. Perspectives pour le conseil .....	148
Références bibliographiques .....	154
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>161</b>
<b>Liste des publications réalisées et prévues .....</b>	<b>167</b>
<b>Annexe 1 : Outils existants pour évaluer le bien-être des bovins (d’après Mounaix et al., 2012).....</b>	<b>171</b>
<b>Annexe 2 : Co-publication ‘The major welfare problems of dairy cows in commercial farms .....</b>	<b>177</b>



## Liste des tables

### **Chapitre 1**

Table 1-1. Outils d'évaluation du bien-être des bovins basée sur l'observation de mesures sur l'animal, l'environnement et les documents d'élevage .....	12
Table 1-2. Mesures réalisées dans le cadre du protocole Welfare Quality® pour l'évaluation du bien-être des vaches laitières en ferme (Welfare Quality®, 2009) .....	16

### **Chapitre 2**

Table 2-1. Scores des critères Welfare Quality® obtenus dans un échantillon de 130 troupeaux bovins laitiers français entre Décembre 2010 et Mars 2011.....	37
Table 2-2. Data collected for the assessment of the overall health score of dairy cows in a herd using the Welfare Quality® assessment protocol.....	49
Table 2-3. Description of the number of French dairy farms included per stratum during the study period (December 2010-March 2011).....	57
Table 2-4. Distribution and qualitative assessment of the overall health score (in bold), health criterion-scores and health measures (in italics) in 130 French dairy herds during the study period (December 2010-March 2011) .....	60
Table 2-5. Univariable associations between explanatory variables and the overall health score in 130 French dairy herds during the study period (December 2010-March 2011) .....	62
Table 2-6. Final multivariable model for variables associated with a variation of the overall health score (R <sup>2</sup> =0.37) in 130 French dairy herds during the study period (December 2010-March 2011) ...	63
Table 2-7. Univariable associations between factors of variation of the overall health score and the frequency of health measures per herd in 130 French dairy herds during the study period (December 2010-March 2011).....	65

### **Chapitre 3**

Table 3-1. Sensibilité et spécificité des indicateurs élémentaires du protocole Welfare Quality® pour détecter les vaches boiteuses de longue durée .....	89
Table 3-2. Sensibilité et spécificité des indicateurs combinés du protocole Welfare Quality® pour détecter les vaches boiteuses de longue durée .....	90
Table 3-3. Calcul des VPP et VPN des indicateurs du protocole Welfare Quality® les plus informatifs sur la prévalence observée de boiterie de longue durée (20%) et sur une gamme de prévalence attendue .....	90
Table 3-4. Sensibilité et spécificité des indicateurs élémentaires pour détecter les vaches boiteuses de longue durée .....	101
Table 3-5. Sensibilité et spécificité des indicateurs combinés pour détecter les vaches boiteuses de longue durée .....	102
Table 3-6. Calcul des VPP et VPN des indicateurs les plus informatifs sur la prévalence observée de boiterie de longue durée (20%) et sur une gamme de prévalence attendue.....	102

## **Chapitre 4**

Table 4-1. Association between the overall welfare score (herd level) and cow-level confounders with test-day milk yield in the linear mixed model in 125 French dairy herds .....	121
Table 4-2. Association between the 4 welfare principle-scores and test-day milk yield assessed through 4 separate linear mixed models using the Welfare Quality assessment protocol in 125 French dairy herds.....	122
Table 4-3. Association between the 11 welfare criterion-scores and test-day milk yield assessed through 11 separate linear mixed models using the Welfare Quality assessment protocol in 125 French dairy herds.....	123

## **Chapitre 5**

Table 5-1. Mise en œuvre des étapes épidémiologiques classiques au sein du projet de thèse .....	129
--	-----

## Liste des figures

### Chapitre 1

Figure 1-1. Processus d'intégration Welfare Quality® des données des différentes mesures collectées à l'attribution d'un score global pour un élevage .....	14
Figure 1-2. Relevé de la prévalence de boiteries au cours d'une visite ponctuelle en troupeaux bovins laitiers .....	21

### Chapitre 2

Figure 2-1. Methodology for the calculation of health criteria and overall scores at the farm level based on health measures collected on farms using the Welfare Quality® assessment protocol .....	53
Figure 2-2. Distribution of the overall health score in 130 French dairy herds during the study period (December 2010-March 2011) .....	58

### Chapitre 3

Figure 3-1. Illustration de l'échelle de notation de l'état corporel des vaches holsteins selon le protocole Welfare Quality® (Welfare Quality®, 2009) .....	85
Figure 3-2. Localisation des régions à observer pour le relevé de l'état de propreté et des altérations tégumentaires selon le protocole Welfare Quality® (Welfare Quality®, 2009) .....	85
Figure 3-3. Illustration de l'échelle de notation de l'absence de poils selon le protocole Welfare Quality® (Welfare Quality®, 2009) .....	86
Figure 3-4. Illustration de l'échelle de notation des lésions corporelles selon le protocole Welfare Quality® (Welfare Quality®, 2009) .....	86
Figure 3-5. Illustration de l'échelle de notation des gonflements selon le protocole Welfare Quality® (Welfare Quality®, 2009) .....	86

### Chapitre 4

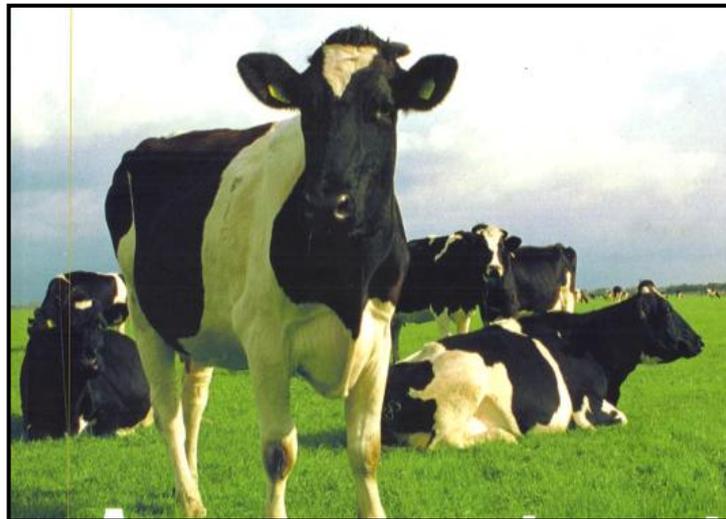
Figure 4-1. Succession des évènements entre relevé de production laitière et observation d'un trouble de santé .....	113
Figure 4-2. Représentation schématique de la relation entre le score de santé globale d'un troupeau et la production des vaches laitières .....	114

### Chapitre 5

Figure 5-1. Chaîne temporelle de causalité reconstituée pour les facteurs de variation identifiés ...	140
---	-----



# Chapitre 1. Introduction générale





## **1. Le contexte de l'émergence de la notion de bien-être des animaux d'élevage**

Au lendemain de la seconde guerre mondiale, l'Europe dut recouvrer rapidement son autosuffisance alimentaire afin de faire face aux risques de famine. En réponse à cette demande, la France, comme l'ensemble des pays Européens, a développé son agriculture sur le modèle du productivisme (Poulain, 1997) et la culture de l'élevage dit intensif est apparue. Ces changements ont contribué à assurer la sécurité alimentaire en Europe mais ils ont également affecté les conditions de vie des animaux d'élevage (Fraser, 2008), de façon plus ou moins marquée selon les productions. De façon générale, le nombre d'animaux par unité de surface a significativement augmenté. L'environnement proche de l'animal est ainsi devenu de plus en plus restrictif le privant de la possibilité d'exprimer l'ensemble du répertoire comportemental de son espèce. Ces restrictions ont conduit à l'apparition de comportements stéréotypés chez l'animal (Dantzer, 2002). En parallèle, le nombre d'exploitations a lui considérablement chuté (Porcher, 2006). A titre d'exemple, le pourcentage d'exploitations spécialisées dans la production de viande bovine a chuté de 70% entre 1970 et 2000 au Danemark (Fraser, 2005), ce chiffre atteignant près de 83% en France pour les exploitations bovines laitières entre 1983 et 2010 (L'économie laitière en chiffres, 1985, 2011). En revanche, le nombre de vaches par troupeau a quant à lui considérablement augmenté. En France, 28 000 exploitations comptaient plus de 50 vaches laitières en 2010 contre 11 000 exploitations en 1982 (L'économie laitière en chiffres, 1985, 2011). Par contre, en raison d'une ressource humaine (nombre d'UTH (Unité de Travail Humaine)) qui elle est restée stable au cours du temps (L'économie laitière en chiffres, 2011), l'augmentation de taille des troupeaux s'est accompagnée d'une diminution du temps disponible pour la surveillance des animaux. Il s'en suit une capacité de détection réduite des phénomènes physiologiques (détection des chaleurs, vélages) et/ou pathologiques (maladies) (Mee, 2004 ; Groehn et al., 1992 ; Doherr et al., 2007).

Une fois la sécurité alimentaire atteinte, les consommateurs ne craignaient plus de manquer de nourriture. Leur inquiétude a alors reposé sur l'impact de cette recherche de productivité sur les animaux eux-mêmes (Veissier and Evans, 2007). En effet, les préoccupations relatives à la qualité de vie des animaux élevés à des fins de production

alimentaire, tout d'abord exprimées par certains défenseurs des animaux, sont vite apparues comme une question sociétale importante (Dantzer, 2002). C'est dans ce contexte que s'est intensifiée l'expression des attentes sociétales envers la protection des animaux de production, notamment concernant leurs conditions de vie. En effet, ces dernières ne correspondaient plus à l'image que l'on se faisait des élevages. En 1965, le gouvernement du Royaume-Uni a missionné le professeur Roger Brambell pour enquêter sur le bien-être des animaux de l'élevage productiviste. Sur la base de ce rapport, le gouvernement britannique a créé en 1967 le Farm Animal Welfare Advisory (Comité consultatif sur le bien-être des animaux de ferme) qui deviendra le Farm Animal Welfare Council en 1979. Les lignes directrices de ce comité recommandèrent que les animaux aient la possibilité de se retourner, de se nettoyer, de se lever, de se coucher, et d'étendre leurs membres. En France, les systèmes industriels prirent leur véritable essor qu'à partir des années soixante-dix, l'émergence de la critique sociale de ces systèmes fut donc plus tardive (Porcher, 2004). C'est de la reconnaissance de la sensibilité des animaux que découlent les lois de protection animale (Veissier et al., 2007). Il en est ainsi de la loi du 10 Juillet 1976 qui décrit pour la première fois l'animal comme un être vivant sensible capable de ressentir des émotions. L'émergence de cette réflexion est extrêmement importante car auparavant, l'animal était décrit, par le plus grand nombre, comme une simple machine à produire. Cette réflexion impose en retour à l'homme un certain respect pour l'animal et donc un certain nombre de devoirs à son égard (Dantzer, 2002). On parle alors de respect du bien-être de l'animal ou encore de bienveillance des animaux de production.

Outre leur influence sur le comportement des animaux d'élevage, les systèmes modernes ont également un impact sur leur santé. En élevage bovin laitier, la recherche de productivité a conduit à sélectionner génétiquement les vaches hautes productrices. Le niveau de production par vache a ainsi augmenté de façon considérable, passant de 3 800 kg/an en 1982 à plus de 6 300 kg/an en 2009 (L'économie laitière en chiffres, 1985, 2011). Plusieurs études ont mis en évidence que ce fort niveau de production était un facteur de risque majeur d'apparition de nombreux troubles de santé comme les infections intramammaires (Bigras-Poulin et al., 1990), les maladies métaboliques telles que les fièvres de lait (Curtis et al., 1984) ou encore les troubles locomoteurs (Green et al., 2002). L'évolution des systèmes d'élevage (accroissement de la taille des troupeaux, augmentation du niveau

de production laitière, baisse du temps alloué à l'observation des animaux) s'est ainsi accompagnée d'une hausse de la fréquence des troubles de santé dans la plupart des exploitations laitières. Auparavant confrontés principalement à des maladies à dominante infectieuse dans le cadre d'épidémies (brucellose, tuberculose, ...), les professionnels de l'élevage doivent aujourd'hui faire face en plus à ce que l'on qualifie de maladies de production telles que les boiteries et les mammites. Ainsi, en 2009, un groupe d'experts scientifiques de la santé et du bien-être animal de l'European Food Safety Authority (EFSA) a conclu sur l'existence d'un impact des systèmes modernes (logement, conduite d'élevage, sélection génétique) sur les troubles comportementaux, métaboliques et de reproduction ainsi que sur les atteintes locomotrices et mammaires des vaches laitières (EFSA, 2009). Ces experts ont particulièrement pointé deux troubles de santé majeurs nécessitant une prise en charge prioritaire dans les exploitations bovines laitières afin d'augmenter le niveau de bien-être : les troubles locomoteurs et les infections intra-mammaires. Les systèmes modernes peuvent donc porter atteinte à la fois au comportement et à la santé des animaux, deux composantes majeures du bien-être des animaux d'élevage.

## **2. Les différentes définitions et perceptions du bien-être des animaux d'élevage**

Le 'bien-être' animal est un concept multidimensionnel dont il existe de nombreuses définitions. En 1976, Hughes le définit comme un état d'harmonie entre l'animal et l'environnement dans lequel il évolue, aboutissant à une parfaite santé mentale et physique. Par comparaison, cette définition du bien-être chez l'animal rejoint étroitement celle de la santé chez l'homme, définie comme un état de complet bien-être physique, mental et social, ne consistant pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité (Organisation Mondiale de la Santé, 1946). Selon certains auteurs, les émotions sont au cœur du bien-être animal, qui est alors défini comme l'absence d'émotions négatives telles que la peur, la frustration, la douleur et la présence d'émotions positives (Dawkins, 1983 ; Duncan, 2005). Au fil du temps, ces multiples définitions ont été déclinées de façon plus opérationnelle afin de permettre d'émettre des indications en vue d'évaluer le niveau de bien-être (Stafleu et

al., 1996), et le cas échéant, émettre des recommandations pour l'améliorer. Ainsi, en 1992, le Farm Animal Welfare Council (FAWC) reprend les 'cinq libertés' proposées en 1965 dans le rapport Brambell. Elles dressent une liste de besoins physiologiques, sanitaires, comportementaux, environnementaux et psychologiques dont le respect permettrait à tout animal d'être dans un état de bien-être : 1) Absence de faim, de soif 2) Absence d'inconfort physique, 3) Absence de douleur, de blessure et de maladie, 4) Absence de peur et de détresse, 5) Possibilité d'exprimer les comportements propres à l'espèce. Alors que de nombreux auteurs, à l'image de Hughes, décrivent le bien-être à proprement parlé d'un animal de manière conceptuelle, cette définition du FAWC énumère des exigences minimales pour atteindre le bien-être d'un animal de façon opérationnelle. La conception de la notion de bien-être au sein de ce projet de thèse s'inscrit dans cette définition du FAWC qui prend en compte de manière plus opérationnelle et complète les différentes composantes du bien-être, et en particulier la santé.

Le bien-être des animaux d'élevage concerne une multitude d'acteurs qui n'en ont pas la même perception. Depuis les crises alimentaires des années 1990 en Europe (ex. encéphalopathie spongiforme bovine), le monde de l'élevage évolue dans un climat particulièrement sensible et le grand public se sent ainsi de plus en plus concerné par le bien-être et la santé des animaux d'élevage. Ainsi, selon un sondage réalisé par la Commission Européenne en 2005, 78% des personnes interrogées étaient favorables à la mise en place de mesures pour améliorer le bien-être et la protection des animaux d'élevage au sein de l'Union Européenne (Commission Européenne, 2005). Ces résultats sont assez surprenants étant donné que le niveau de bien-être et de santé des animaux d'élevage (toutes productions confondues) n'avait pas encore été publié en Europe en 2005. Seules quelques enquêtes partielles sur les conditions de vie des animaux de production avaient été réalisées (exemple du rapport Brambell, 1965), mais aucune évaluation prenant en compte l'ensemble des composantes du bien-être n'avait été effectuée. Les citoyens interrogés exprimaient donc la volonté d'améliorer un niveau dont ils avaient peu connaissance mais qu'ils supposaient *a priori* dégradé. Dans de telles circonstances, on peut noter que l'avis des personnes interrogées s'oriente majoritairement vers une perception négative des conditions de vie des animaux d'élevage. Ce sondage met l'accent sur la nécessité d'une

évaluation exhaustive du bien-être prenant en considération les attentes sociétales afin d'apporter des éléments pouvant être utilisés pour alimenter les débats sociétaux.

Les consommateurs expriment aujourd'hui davantage le choix de consommer éthique. Ainsi, outre leurs qualités organoleptiques, les denrées d'origine animale sont également jugées sur l'application de pratiques d'élevage respectueuses du bien-être animal (Dantzer, 2002). En effet, très souvent perçu comme un gage de qualité des produits par les consommateurs, le bien-être des animaux d'élevage est un argument de vente à disposition des industries agro-alimentaires qui lui accordent alors une importance croissante (Webster, 2005). Cependant, ces industriels n'accordent à ce jour pas de plus-value financière aux éleveurs sur ce critère. Placés au tout début de cette chaîne, les éleveurs se sentent pour la plupart directement visés par l'ensemble de ces discours et estiment souvent que leur production souffre d'une mauvaise image dans l'opinion publique (Bertin et al., 2006). Face à cela, certains éleveurs trouvent légitime que la société leur demande d'assurer un certain niveau de bien-être de leurs animaux et souhaitent encore améliorer le confort des ces derniers moyennant une rétribution financière ou une reconnaissance de leurs efforts par la société (Bertin et al., 2006). D'autres éleveurs, au contraire, se sentent agressés par ces demandes qu'ils jugent incompatibles avec la gestion économique de leur exploitation, demandes qu'ils considèrent souvent basées sur des mesures réglementaires impliquant des modifications des installations et des pratiques qui se révèlent souvent coûteuses à la fois en temps et en argent, et qui ne sont pas toujours associées à des gains de productivité ni à une amélioration réelle des conditions de vie des animaux.

A ce jour, des directives européennes sur le bien-être animal ont été élaborées pour les animaux d'élevage. Elles concernent leurs conditions d'élevage, de transport et d'abattage (Directives 98/58/CE, 91/628/CE et 93/119/CE). Bien que des directives spécifiques (notamment pour des aspects relatifs à la santé, au logement, à l'alimentation et aux pratiques d'élevage) aient été définies pour les poules pondeuses (Directive 1999/74/EC), les veaux (Directive 91/629 amendée par la directive 97/2/EC), les porcs (Directive 91/630/EEC amendée par la directive 2001/93/EC) et les poulets de chair (directive 2007/43/EC), peu de dispositions spécifiques ont été prises pour les ruminants, et notamment pour les vaches laitières. En effet, elles ne sont protégées que par la directive 98/58/CE qui couvre toutes les espèces d'élevage. Cette dernière stipule notamment que

l'animal doit disposer d'une liberté de mouvement et que le bâtiment d'élevage doit être conçu de manière à ce que la circulation de l'air, la température et l'humidité soient maintenues dans des limites acceptables. La réforme de la PAC en 2003 a cependant mis l'accent sur cet aspect via le principe de la conditionnalité des aides. Les agriculteurs se doivent ainsi de respecter les « exigences de gestion réglementaires » qui se rapportent à la protection de l'environnement, de la santé publique, de la santé animale et végétale et du bien-être des animaux. En cas de non-respect de ces exigences, les éleveurs se voient alors attribuer des pénalités qui se traduisent par une diminution des aides européennes perçues. La réglementation en termes de bien-être animal reste néanmoins minime chez les vaches laitières.

Au regard des questionnements sociétaux autour du bien-être des animaux d'élevage, il manque actuellement des connaissances sur le niveau de bien-être et de santé des troupeaux bovins laitiers, en France comme ailleurs. Des informations supplémentaires doivent être fournies, d'une part, aux producteurs pour identifier les points forts à conforter et les points à améliorer au sein de leur élevage et, d'autre part, aux consommateurs pour répondre à leurs interrogations et enrichir ainsi leurs connaissances sur les conditions de vie des animaux dont ils consomment les produits. Un atout pour la filière laitière bovine serait donc de disposer d'un outil d'intervention et de conseil, accepté par les différents acteurs (des producteurs aux consommateurs), qui permettrait notamment d'orienter les éleveurs vers des pratiques d'élevage respectant le bien-être de leurs animaux et de tendre vers une situation attendue par les citoyens. Pour atteindre cet objectif, il est nécessaire d'évaluer le niveau de bien-être et de santé en troupeaux bovins laitiers à l'aide d'un outil prenant en compte tous les aspects du bien-être d'un animal.

### 3. Les démarches d'évaluation et les outils existants pour évaluer le bien-être des vaches laitières

#### 3.1 État des lieux des outils existants

Différentes démarches sont utilisées à travers le monde pour évaluer, contrôler et améliorer le bien-être des animaux d'élevage aux différents stades de leur vie (en élevage, lors du transport et lors de l'abattage). Ces démarches concernent les porcs, les poulets de chair et les poules pondeuses, les bovins adultes et les veaux, et enfin les petits ruminants (Mounaix et al., 2012). Dans le cas des bovins, la majorité des outils d'évaluation du bien-être existants ont été élaborés dans le cadre de programmes de recherche financés par des administrations d'état. Ces outils peuvent être utilisés pour la prévention (identifier les facteurs de risque de dégradation du niveau de bien-être), l'évaluation (évaluer le niveau de bien-être des animaux à l'aide d'indicateurs pertinents) et la correction (mise en œuvre de plan d'actions correctifs et accompagnement de cette mise en œuvre) (Mounaix et al., 2012).

Chez les bovins, la liste des outils actuellement disponibles pour évaluer le bien-être des vaches laitières a été récemment référencée dans le cadre du projet RMT 'Bien-être animal et systèmes d'élevage' (Mounaix et al., 2012) et est présentée en **Annexe 1**. Ces outils peuvent être regroupés en trois grandes catégories selon les objectifs de l'évaluation :

- Les outils de contrôle et de certification : Ils sont destinés aux producteurs et aux consommateurs. Ils sont utilisés dans l'objectif de garantir le respect d'un certain nombre de normes et de critères de qualité des produits en s'assurant périodiquement de la conformité des élevages avec la réglementation en vigueur. Ces outils réglementaires sont encore en nombre limité chez la vache laitière. Dans ces systèmes, le bien-être ne représente qu'une partie parfois restreinte de l'évaluation. Parmi ces outils en France, les éleveurs laitiers sont tous concernés par la grille d'éco-conditionnalité des aides attribuées par la Politique Agricole Commune (PAC). Cet outil réglementaire qui a vu le jour en 2009 conditionne le versement des aides aux éleveurs laitiers au respect de 18 normes relatives à l'environnement, à la sécurité sanitaire des aliments et au bien-être des animaux. Par ailleurs, les élevages

agrobiologiques sont tous concernés par le Cahier des charges de l'Agriculture Biologique. A raison d'une visite tous les ans, un contrôleur indépendant agréé vérifie ainsi la conformité de l'élevage aux exigences prévues par le cahier des charges. Le rapport est ensuite analysé par une commission de validation qui délivre ou non le certificat à l'éleveur. En France, les systèmes de certification restent encore peu nombreux en matière de bien-être animal. Aux États-Unis, certains de ces outils sont à l'initiative d'entreprises voulant se positionner en s'inscrivant dans une stratégie de marque respectant le bien-être des animaux. A titre d'exemple peut être cité le National Dairy Farm Program qui est un programme d'adhésion volontaire payant sur 3 ans créé en 2009 par la National Milk Producers Federation aux Etats-Unis. Ce programme complet repose sur une évaluation régulière des pratiques de l'éleveur concernant le respect d'un cahier des charges bien défini.

- Les outils d'intervention et de qualification : Outils les plus fréquents, ils sont destinés aux producteurs sur la base du volontariat. Ils sont utilisés dans l'objectif d'informer les professionnels et les accompagner dans l'amélioration de leurs pratiques. La démarche est basée sur une évaluation (mesures en fermes) qui peut déboucher sur un apport de conseils. En France, nombreux sont les éleveurs de bovins (70% en 2011 selon Mounaix et al., 2012) qui ont fait le choix d'adhérer à la Charte des Bonnes Pratiques d'Élevage et être de ce fait associés à un socle de bonnes pratiques professionnelles répondant à la réglementation et aux attentes de la société et de la filière. En pratique, un technicien agréé assure une visite tous les 2 ans et conclut au maintien ou non de l'adhésion de l'éleveur à la démarche.
- Les outils destinés à la recherche : Cette catégorie a été ajoutée dans le présent manuscrit par rapport à celle effectuée par Mounaix et al. (2012). Parmi les outils cités par ces auteurs, deux sont en effet utilisés à des fins de recherche et n'appartiennent pas aux catégories précédentes. Ces outils ne produisent aucune évaluation globale du troupeau. Seules quelques composantes du bien-être sont considérées dans le but final de prédire le niveau de bien-être des animaux en fonction de leur environnement d'élevage.

Le caractère multidimensionnel de la notion de bien-être animal implique que son évaluation tienne compte de la complémentarité d'un large ensemble de données. On distingue ainsi des données liées à des états permanents (ex : peur de l'homme), durables (ex : boiterie) ou ponctuels (ex : fièvre de lait). Afin de prendre en compte l'ensemble de ces états au cours d'une évaluation du bien-être qui en pratique se réalise de manière ponctuelle, les observations doivent porter à la fois sur les animaux pour relever les états durables telles que la boiterie, sur leur environnement pour relever également les états durables mais ne pouvant pas être détectés sur l'animal (ex : la soif) et enfin sur les documents d'élevage afin de relever les états ponctuels, telles que les dystocies ou les fièvres de lait, qu'une observation à un instant  $t$  ne pourrait que sous-estimer. Les outils permettant la considération de l'ensemble de ces données au cours d'une évaluation du bien-être sont répertoriés dans la **Table 1-1**. Leur capacité à couvrir concomitamment l'ensemble des aspects du bien-être y est comparée. Il en ressort que, parmi ces outils, le Welfare Quality® assessment protocol est le seul à prendre en considération l'ensemble des composantes du bien-être des animaux d'élevage et à permettre une évaluation globale de ce dernier. Ce protocole, applicable chez de nombreuses espèces animales (vaches laitières, porcs, veaux de boucherie, poules pondeuses et de chair, buffles) a été publié en 2009. Il est issu du projet européen 'Welfare Quality®' (2004-2009) qui avait pour objectif l'élaboration d'un outil standardisé permettant une évaluation multicritère du bien-être des animaux d'élevage, notamment des vaches laitières. Plus précisément, il s'agit d'un outil d'évaluation des fermes ou des abattoirs au regard du bien-être des animaux qu'ils hébergent (Botreau, 2008) afin de pointer les points forts et les points à améliorer et de communiquer sur le bien-être d'une manière harmonisée entre les différents pays (Mounaix et al., 2012). Cet outil peut servir de base à la fois à des programmes de certification et au conseil en élevages (Veissier et al., 2010). En effet, le modèle produit une évaluation exhaustive du niveau de bien-être, condition requise dans le cadre d'un programme de certification. Il produit également des observations spécifiques aux aspects sanitaires, zootechniques et comportementaux des animaux qui permettent d'identifier d'éventuels secteurs déficients pour pouvoir proposer des mesures correctives dans le cadre d'un programme de diagnostic-conseil (Botreau, 2008).

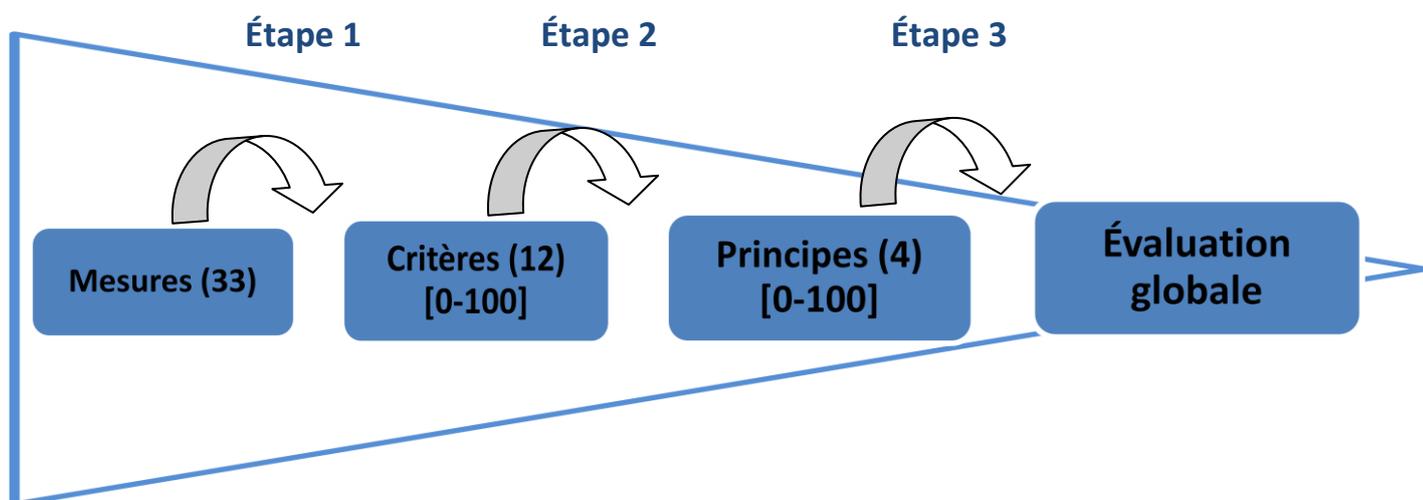
**Table 1-1. Outils d'évaluation du bien-être des bovins basée sur l'observation de mesures sur l'animal, l'environnement et les documents d'élevage**

Outil	Pays	Aspects du bien-être couverts						Objectifs
		Alimentation	Logement	Comportement	Blessures	Maladies	Douleur liée aux pratiques d'écorchage	
<b>Grilles Conditionnalité (2009)</b>	France	x	x		x	x		- Évaluation -Contrôle
<b>Animal Need Index (1985)</b>	ANI 35L (Autriche), TGI 200 (Allemagne)		x	x	x	x		-Évaluation -Contrôle
<b>National Dairy Farm Program (2009)</b>	États-Unis	x	x		x	x	x	-Évaluation -Certification
<b>Charte des Bonnes Pratiques d'Elevage (2000)</b>	France	x	x		x		x	-Évaluation -Conseil -Communication
<b>Diagnostic Eleveur Pilote de la Qualité (2006)</b>	France	x	x		x		x	-Évaluation -Conseil
<b>Welfare Quality® assessment protocol for dairy cattle (2004-2010)</b>	Communauté Européenne	x	x	x	x	x	x	-Évaluation -Base pour certification et conseil
<b>Système de monitoring de la santé suisse (Herd health monitoring system) (2001)</b>	Suisse		x		x	x		-Évaluation -Conseil
<b>Epidemiologically based on farm welfare Assessment (2001)</b>	Autriche	x	x	x	x	x		Évaluation pour la recherche
<b>Welfare Assessment at farm level in loose housed dairy cows (2001)</b>	France	x	x	x	x	x		Évaluation pour la recherche

### **3.2 Présentation détaillée de l'outil d'évaluation du bien-être Welfare Quality® chez les vaches laitières**

Le bien-être étant un concept multidimensionnel, son évaluation globale au sein d'un troupeau nécessite un modèle multicritère permettant d'agrèger les informations générées à l'échelle des individus (Veissier et al., 2010). Dans le cadre du projet Welfare Quality®, des experts scientifiques européens se sont réunis pour développer un outil d'évaluation du bien-être applicable dans l'ensemble des pays producteurs européens. L'outil Welfare Quality® permet d'évaluer le bien-être des vaches laitières dans toutes ses dimensions (santé, alimentation, comportement, logement). Pour produire une telle évaluation globale, cet outil propose de prendre en compte au cours d'une seule visite 33 mesures et 12 critères de bien-être regroupés au sein de 4 grands principes. Ceux-ci sont supposés représenter une liste exhaustive des exigences à respecter pour aboutir à un bon niveau de bien-être d'un troupeau donné selon l'avis d'un groupe de 13 experts scientifiques européens composé de vétérinaires, éthologues, chercheurs en sciences biologiques et sociales (Welfare Quality®, 2009). A la différence des outils d'évaluation existants, une des forces de Welfare Quality® est que sa construction repose non seulement sur l'opinion des scientifiques mais également sur celle de consommateurs et d'éleveurs européens. En effet, ces derniers ont été consultés par les chercheurs en sciences sociales afin qu'ils puissent exprimer leur avis au sujet de la sélection faite par les experts concernant les mesures, critères et principes de bien-être à prendre en considération ainsi que le degré d'importance à leur accorder au cours d'une évaluation exhaustive du niveau de bien-être d'un troupeau (Miele et al., 2011). La conformité du troupeau vis-à-vis de chacun des 12 critères est ainsi vérifiée en comparaison à des seuils fixés par les experts. Cette vérification est basée sur le relevé de 33 mesures directement observées sur les animaux et l'environnement ou en questionnant l'éleveur sur ses pratiques liées à la manipulation et à la gestion de son troupeau. En comparaison aux autres outils existants pour évaluer le bien-être d'un troupeau, une grande proportion des mesures sont observées directement sur les animaux dans ce protocole. Ces mesures basées sur les animaux sont préférées par les experts pour évaluer le bien-être par rapport aux mesures basées sur les ressources et l'environnement car elles permettent de mesurer l'état de bien-être direct des animaux, indépendamment de la manière dont ils sont logés (Whay et al., 2003b). L'évaluation du confort thermique (critère n°4) n'est actuellement pas réalisée

car aucune mesure d'évaluation n'a été jugée pertinente par les experts. Les données collectées à partir des mesures effectuées sont ainsi agrégées pour calculer des scores de critères allant de 0 : très mauvais à 100 : parfait (**Figure 1-1. ; Étape 1**). De la même manière, les scores de critères sont ensuite agrégés pour aboutir à un score pour le principe correspondant (**Figure 1-1. ; Étape 2**). Enfin, les scores des 4 principes sont également agrégés afin d'obtenir une évaluation globale du bien-être reposant sur quatre types de profils que les experts qualifient de : excellent, enhanced, acceptable, not classified (**Figure 1-1. ; Étape 3**). L'interprétation des données recueillies en élevage par les experts dans le calcul des scores de bien-être tient compte à la fois de leur occurrence mais également de leur sévérité. Par ailleurs, les experts ont fait le choix de limiter les compensations entre les scores considérant qu'un bon niveau de bien-être ne peut pas être atteint si un des critères n'est pas respecté (Botreau, 2008 ; Welfare Quality®, 2009).



**Figure 1-1. Processus d'intégration Welfare Quality® des données des différentes mesures collectées à l'attribution d'un score global pour un élevage**

Au cours de l'élaboration du protocole Welfare Quality®, les mesures à collecter ont été sélectionnées par les experts à partir d'un examen approfondi de la littérature et en tenant compte de leur répétabilité, leur reproductibilité et leur pertinence pour évaluer le bien-être dans toutes ses composantes (Knierim et Winckler, 2009) (**Table 1-2**). Dans le cas de données bibliographiques insuffisantes, des expérimentations ont été conduites. Les informations collectées au cours d'une visite ponctuelle sont basées sur des sources de

données diverses (animal, environnement, documents d'élevage). Par exemple, l'évaluation de la santé repose sur l'observation de troubles considérés comme douloureux pour l'animal. Ainsi, à la différence des autres outils d'évaluation existants (**Table 1-1.**), les pratiques liées à l'écornage sont incluses dans les mesures choisies pour évaluer la santé dans le protocole Welfare Quality®, les experts ayant considéré que ces procédures pouvaient nuire à la santé des bovins de part leur aspect douloureux.

Au regard des outils existants actuellement pour évaluer le bien-être et la santé des troupeaux bovins laitiers, le protocole Welfare Quality® semble être le plus complet car il prend en compte tous les troubles de bien-être qui peuvent apparaître dans un élevage. Il permet également une approche holistique du bien-être des animaux d'un élevage grâce à l'évaluation multicritère qui est conduite. Ainsi, l'originalité de cette approche est d'aboutir à une évaluation globale du niveau de santé du troupeau à partir de l'ensemble des mesures réalisées dans ce domaine (blessures, maladies, interventions douloureuses) et à travers l'interprétation de ce que les experts ont qualifié de score de principe de bonne santé. Pour simplifier, ce score sera appelé 'score de santé globale' dans la suite du manuscrit.

**Table 1-2. Mesures réalisées dans le cadre du protocole Welfare Quality® pour l'évaluation du bien-être des vaches laitières en ferme (Welfare Quality®, 2009)**

MESURES	CRITERES	PRINCIPES
Note d'état corporel	<b>1. Absence de faim prolongée</b>	<b>BONNE ALIMENTATION</b>
Nombre d'abreuvoirs ; Propreté, débit et fonctionnement des points d'eau	<b>2. Absence de soif prolongée</b>	
Temps mis à se coucher ; Collision avec les équipements durant le coucher ; Animaux couchés en partie ou complètement hors de la zone de couchage ; Propreté mamelle, flancs, postérieurs	<b>3. Confort de couchage</b>	<b>BON LOGEMENT</b>
<i>Pas de mesures actuellement</i>	<b>4. Confort thermique</b>	
Présence de système d'attache ; Accès à une aire d'exercice/pâturage	<b>5. Facilité de mouvement</b>	
Boiteries ; Lésions de la peau	<b>6. Absence de blessures</b>	<b>BONNE SANTE</b>
Toux ; Jetage ; Ecoulement oculaire ; Respiration difficile ; Diarrhée ; Ecoulement vulvaire ; Comptage cellules somatiques dans le lait ; Mortalité ; Dystocie ; Vaches présentant un « syndrome de la vache couchée »	<b>7. Absence de maladies</b>	
Ecornage ; Coupe de queue	<b>8. Absence de douleur induite par les pratiques d'élevage</b>	
Comportements agonistiques	<b>9. Expression du comportement social</b>	
Accès à la pâture	<b>10. Expression d'autres comportements</b>	<b>COMPORTEMENT APPROPRIE</b>
Distance de fuite/d'évitement	<b>11. Bonne relation homme-animal</b>	
Evaluation qualitative du comportement	<b>12. Etat émotionnel positif</b>	

## 4. Enjeux et problématique du projet de thèse

### 4.1 Cadrage du projet de thèse

Le projet Welfare Quality® a abouti à un protocole d'observation et d'évaluation du niveau de bien-être des animaux en ferme. Pour que cette évaluation permette

d'encourager des améliorations du bien-être des animaux, il est nécessaire de préciser les facteurs de risque d'obtention des scores de bien-être dégradés afin d'être en mesure de conseiller les éleveurs. Par ailleurs, certaines mesures incluses dans le protocole ne donnent qu'une image ponctuelle de la situation (par exemple, le pourcentage de vaches boiteuses dans un troupeau) alors que l'historique de la situation peut permettre d'orienter la recherche des causes. Pour que l'évaluation exhaustive offerte par cet outil puisse permettre de diagnostiquer les points à améliorer, des partenaires de plusieurs disciplines regroupant les notions de bien-être et de santé se sont regroupés. Des chercheurs spécialisés dans l'analyse des besoins comportementaux des herbivores (UMR 1213 Herbivores, équipe Adaptation et Comportements Sociaux (ACS), INRA VetAgro Sup) et des épidémiologistes spécialistes de la santé animale (UMR 1300, équipe Biologie, Épidémiologie et Analyse de Risque en santé animale (BioEpaR), INRA-Oniris Nantes) ont engagé un programme de recherche s'articulant autour de deux thèses universitaires mettant à l'épreuve l'outil Welfare Quality® au sein d'un large échantillon de troupeaux bovins laitiers français. Une première thèse réalisée par Alice de Boyer des Roches (2009-2012) (de Boyer des Roches, 2012) avait pour objectif d'identifier les critères de bien-être les plus dégradés et les plus variables entre élevages et d'analyser les facteurs de risque associés (plus particulièrement pour la dégradation du confort de couchage et des réactions à l'homme). Le travail de recherche présenté dans le présent manuscrit correspond à la deuxième thèse (2010-2013) et se focalise sur la santé des vaches laitières. Cette thèse complète ainsi le contenu de la première par l'investigation des facteurs de risque de dégradation du niveau de santé des troupeaux bovins laitiers et l'étude des voies d'évolution du modèle Welfare Quality® pour en faire un outil non seulement d'évaluation mais aussi d'intervention et de conseil en élevages. Un des résultats attendus serait donc de s'orienter vers une deuxième version du protocole.

## **4.2 Enjeux du projet de thèse**

En France, les outils existants pour évaluer certains aspects du bien-être des vaches laitières sont utilisés à grande échelle dans le cadre de contrôle et de certification des élevages (ex: Grille éco-conditionnalité). A notre connaissance, aucune évaluation globale du niveau de bien-être dans toutes ses composantes n'a été effectuée à ce jour. Grâce au développement de l'outil Welfare Quality®, l'évaluation multicritère du bien-être des vaches

laitières peut désormais être réalisée au cours d'une seule visite en élevage. La description du niveau de bien-être et de santé des troupeaux bovins laitiers Français à grande échelle devient donc réalisable. Cette description permettrait de confirmer ou non en France les conclusions des récents rapports de l'EFSA (2009) qui ont pointé la santé comme l'aspect de bien-être le plus dégradé chez les vaches laitières en Europe. Pour pouvoir à terme améliorer la situation sanitaire des troupeaux si celle-ci est jugée dégradée, des connaissances concernant l'identification de facteurs propices au développement d'une situation sanitaire dégradée doivent être mises à la disposition des professionnels de l'élevage. Les rapports EFSA (2009) ont également rapporté que les boiteries et les mammites étaient les deux troubles de santé les plus fréquents et les plus préjudiciables au bien-être des vaches laitières. Ces deux troubles sont également responsables de pertes économiques importantes pour les éleveurs (boiteries : Enting et al., 1997 ; Mammites : Seegers et al., 2003). De plus, leur présence implique un recours important et parfois imprudent aux antibiotiques contraire à l'objectif actuel de limiter les intrants médicamenteux en élevage. Cet objectif est en effet repris dans le plan d'action Écoantibio 2017 qui vise à réduire l'usage des antibiotiques en médecine d'élevage dans le but de lutter contre l'antibiorésistance.

Afin que l'évaluation du niveau de bien-être et de santé soit pertinente pour l'éleveur, elle doit permettre de fournir des indications à la fois sur la fréquence de ces troubles de santé mais également sur l'identification des mesures correctives à mettre en place afin de prendre en charge et limiter la prévalence de ces maladies dans le troupeau. En l'état actuel, l'outil d'évaluation Welfare Quality® est un outil de qualification des élevages dont les résultats ne permettent pas de prodiguer des recommandations dans les troupeaux où certaines mesures de santé sont dégradées. Dans une perspective d'amélioration de la santé des troupeaux, il serait utile de compléter ce protocole afin qu'il puisse mieux être utilisé pour de l'intervention et du conseil en élevage. Enfin, l'intérêt d'une telle évaluation ne peut s'envisager que si elle repose également sur son acceptation par les producteurs laitiers qui doivent percevoir une utilité économique au travers de cette démarche d'intervention. En d'autres termes, est-ce qu'une situation dégradée en termes de bien-être animal s'accompagne de performances de production moindre, auquel cas une amélioration du niveau de bien-être des animaux s'accompagnerait d'un gain économique pour l'éleveur.

### **4.3 Quel est le niveau de santé des troupeaux bovins laitiers français ?**

Comme au sein de chaque processus de progression, l'amélioration du bien-être et de la santé des vaches laitières nécessite en premier lieu d'identifier les problèmes de bien-être rencontrés afin de pouvoir être en mesure par la suite de décider des actions correctives à mettre en place (Rushen et al., 2011 ; Whay, 2007). Les rapports de l'EFSA (2009) ont pointé la santé comme étant l'aspect de bien-être le plus dégradé chez les vaches laitières en Europe. La réalisation du protocole Welfare Quality® à large échelle en France permettrait de vérifier si les conclusions de ces rapports sont cohérentes avec la situation française. Par ailleurs, le développement d'un nouvel outil de collecte des données nécessite inévitablement sa mise à l'épreuve dans un échantillon de grande taille afin de vérifier son applicabilité et l'adéquation des résultats qu'il produit avec les données comparables existantes dans la littérature. Depuis la publication du protocole Welfare Quality® en 2009, les résultats complets issus de sa réalisation n'ont pas encore été publiés. La mise à l'épreuve de ce nouvel outil est importante à réaliser tout d'abord pour évaluer la pertinence des mesures collectées, en d'autres termes l'outil mesure-t-il ce qu'il doit ? Puis, confronté aux seuils fournis par les experts, la méthode aboutit-elle à des résultats qui laissent entrevoir des améliorations possibles, autrement dit les seuils sont-ils pertinents ?

### **4.4 Quels sont les systèmes d'élevage les plus respectueux de la santé des vaches laitières ?**

Si la réalisation du protocole Welfare Quality® à large échelle en France révèle que la santé des troupeaux bovins laitiers français est effectivement dégradée, quels sont les facteurs influant sur cette dégradation ? Parmi les facteurs de dégradation potentiels de la santé des vaches laitières, nous pouvons émettre l'hypothèse que ceux liés aux pratiques d'élevage (niveau moyen de production du troupeau, parité moyenne du troupeau) seront déterminants. Plus largement, de par leur influence sur un certain nombre de troubles de santé (exemple des boiteries : Barker et al., 2007, 2010 ; mammites : Elbers et al., 1998), les facteurs relatifs au système d'élevage sont susceptibles d'avoir une influence sur le score de santé globale d'un troupeau. Le système d'élevage est défini comme 'un ensemble d'éléments en interaction dynamique organisé par l'homme en vue de valoriser des ressources par l'intermédiaire d'animaux domestiques pour en obtenir des productions

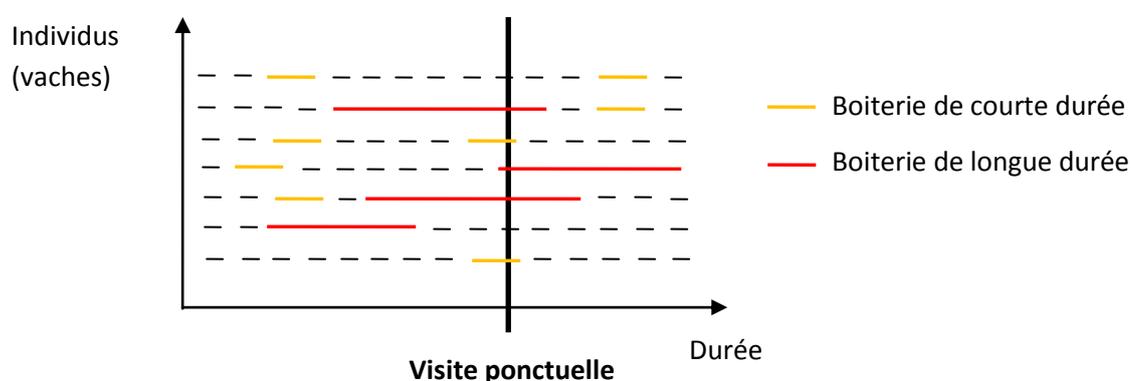
variées ou pour répondre à d'autres objectifs' (Landais, 1987) (ex : type de logement, système de traite). Dans la littérature actuelle, nous disposons d'un nombre important de connaissances sur les facteurs de risque spécifiques aux principaux problèmes de santé rencontrés en élevage bovin laitier lorsque ces problèmes sont pris un par un (ex. facteurs de risque de mammites, facteurs de risque de boiteries). Ces facteurs spécifiques à l'apparition d'une maladie ne sont donc pas à identifier à nouveau. La difficulté rencontrée par les éleveurs réside plutôt dans le fait qu'une mesure mise en œuvre pour corriger la fréquence d'un trouble de santé pourrait concomitamment aggraver la fréquence d'un autre. Un exemple très parlant pour décrire ce phénomène est celui du choix du type de logement. En effet, en stabulation libre, les logettes sont associées à un risque accru d'apparition de boiteries (Haskell et al., 2006; EFSA, 2009) et à un moindre risque de survenue de mammites (Fregonesi and Leaver, 2001; Bareille et al., 1998) alors que les relations contraires sont le plus souvent décrites en présence d'un couchage en aire paillée accumulée. Pour un éleveur, ces connaissances actuelles ne permettent donc pas de choisir le type de logement qui optimisera de façon globale le niveau de santé du troupeau.

De ce fait, l'amélioration de la situation sanitaire d'un troupeau nécessite de disposer d'informations sur les facteurs dégradant le niveau de santé. Ces connaissances sont actuellement manquantes dans la littérature puisqu'aucun protocole d'évaluation n'a jusqu'alors permis d'évaluer globalement la santé d'un troupeau. A l'issue de sa réalisation, le protocole d'évaluation du bien-être Welfare Quality® permet l'obtention d'un score de santé globale qui prend en compte la fréquence et la sévérité des troubles de santé observés dans un troupeau évalué (*cf. Point 3.2 Présentation détaillée de l'outil d'évaluation du bien-être Welfare Quality® chez les vaches laitières*). Il offre ainsi la possibilité d'explorer les facteurs associés à la santé globale d'un troupeau, afin de distinguer les systèmes optimaux.

#### **4.5 Peut-on optimiser l'utilisation des données collectées au sein du protocole Welfare Quality® pour mieux apprécier la santé des vaches laitières : application aux boiteries**

Réalisée au cours d'une visite ponctuelle, l'évaluation Welfare Quality® permet d'obtenir une prévalence (nombre total de cas/nombre d'animaux à un instant donné) représentant la situation sanitaire du troupeau. Au sein des troupeaux, nous pouvons

supposer l'existence d'une variabilité de l'ancienneté des troubles de santé considérés au sein du protocole Welfare Quality® à un instant t. Après être apparu, le trouble peut persister dans le temps ou disparaître par guérison spontanée ou grâce à un traitement mis en place par l'éleveur. Or, la prévalence ainsi mesurée ne permet pas de distinguer la part attribuable aux nouveaux cas (incidence) à celle des anciens cas non guéris (persistence) (Pfeiffer, 2002) (**Figure 1-2.**) Il s'agit là d'une limite majeure des évaluations réalisées dans le cadre d'étude transversale.



**Figure 1-2. Relevé de la prévalence de boiteries au cours d'une visite ponctuelle en troupeaux bovins laitiers**

En l'absence d'informations rétrospectives disponibles dans les enregistrements de l'élevage, il est difficile de qualifier l'ancienneté d'un trouble de santé au cours d'une visite ponctuelle. Cette information est pourtant utile pour évaluer l'impact du trouble sur le bien-être des animaux. Derrière une même prévalence, il existe en effet plusieurs profils de maladies qui n'ont certainement pas le même impact sur le bien-être des animaux. Les maladies chroniques sont en effet jugées plus impactantes car elles sont associées à un nombre de jours de douleur plus important. En plus de la sévérité du trouble de santé, ces jours de douleur pourraient ainsi être pris en compte dans le calcul des scores Welfare Quality® afin de mieux refléter l'impact sur le bien-être associé à ce trouble. De plus, la connaissance de l'ancienneté d'un trouble de santé est nécessaire pour prescrire les recommandations les plus adaptées. Dans tous les cas, des mesures préventives et curatives doivent être mises en place pour réduire la prévalence d'un trouble. Cependant, dans les

troupeaux avec de nombreux troubles persistants, les mesures devront comporter un renforcement relatif aux méthodes de détection et aux protocoles de traitement (pour augmenter le taux de guérison). En revanche, dans les troupeaux avec de nombreux troubles nouvellement apparus mais qui ne persistent pas, les mesures mises en œuvre se focaliseront essentiellement sur de la prévention pour réduire l'apparition de nouveaux cas. Les mesures préventives sont donc privilégiées pour réduire l'incidence alors que les mesures curatives interviennent dans le but de diminuer la persistance. Dans le cadre d'une logique d'intervention et de conseil au sein de laquelle nous souhaitons faire évoluer ce protocole, il semble donc pertinent d'être en mesure d'estimer la durée des troubles de santé observés sur la base des informations disponibles afin de pouvoir ensuite fournir un conseil adapté à la situation de l'éleveur.

Parmi les troubles de santé considérés dans le protocole Welfare Quality®, les boiteries semblent constituer un bon modèle pour cette étude compte-tenu de leur fréquence, leur caractère durable et douloureux ainsi que l'absence d'informations rétrospectives sur ce trouble dans les documents d'élevage. La boiterie est en effet reconnue comme une source importante de douleur et d'inconfort pour les vaches (EFSA, 2009) et de pertes économiques pour les producteurs (Enting et al., 1997). Ainsi, compte-tenu de leur fréquence, leur impact néfaste sur le bien-être des vaches et sur la situation économique des exploitations, les boiteries représentent le troisième trouble de santé en termes d'impact économique après les troubles de la reproduction et les infections intra-mammaires. Plusieurs études ont en effet montré qu'elles avaient des répercussions à la fois sur les performances de production laitière (Fourichon et al., 1999 ; Green et al., 2002 ; Enting et al., 1997), de reproduction (Fourichon et al., 2000 ; Morris et al., 2011) et de longévité (Booth et al., 2004). Aux États-Unis, la prévalence moyenne était estimée à 24,6% chez les vaches hautes productrices dans le Minnesota en 2003 (Espejo et al., 2006). Aux Royaume-Uni, une prévalence moyenne de 22% était rapportée en 2003 (Whay et al., 2003a). En 2001 en France, l'enregistrement quotidien de la fréquence de ce trouble de santé par plus de 200 éleveurs durant 2 ans a permis de dénombrer une incidence cumulée de 10,9 cas de boiteries pour 100 vaches présentes par an (Fourichon et al., 2001). En 2006, la prévalence moyenne rapportée dans près de 40 troupeaux bovins laitiers français par des observateurs entraînés était de 27% (Brulé et al., 2010). Ces deux études dont les résultats paraissent

incompatibles suggèrent que ce trouble est souvent sous-diagnostiqué par les éleveurs. Le même constat a été rapporté aux Royaume-Uni où les éleveurs n'auraient identifié qu'un seul cas de boiterie sur 4 diagnostiqués par des observateurs entraînés (Whay et al., 2003a). La persistance de la boiterie dans la durée va dépendre à la fois de l'affection podale présente ainsi que de la prise en charge des vaches boiteuses et des interventions réalisées par l'éleveur. Certaines vont ainsi apparaître de façon brutale et guérir rapidement si elles sont correctement prises en charge (ex : panaris) alors que d'autres telles que la fourbure subaiguë s'apparentent à des boiteries chroniques et vont ainsi persister dans le temps (Greenough et al., 1972).

De précédents auteurs ont rapporté que l'état général d'un animal peut se dégrader en présence de boiterie. Ainsi à titre d'exemple, la boiterie entraînerait une réduction du temps passé à se déplacer, conduisant à une baisse d'ingestion et à une diminution de la note d'état corporel (Huxley, 2013). Nous pouvons ainsi émettre l'hypothèse que cette dégradation est d'autant plus marquée que le trouble persiste dans le temps. Parmi les mesures de santé prises en considération dans le protocole Welfare Quality®, nous pouvons supposer que certaines telles que l'état corporel de l'animal ou encore la présence d'altérations sur la peau ou le niveau de propreté vont être altérées par la persistance d'une boiterie. L'évolution de ces indicateurs sur des vaches boiteuses de façon durable nous permettrait de vérifier s'ils peuvent aider à différencier un trouble aigu d'un trouble persistant. Ainsi, un état de maigreur avancé ou des lésions cutanées (liées à un temps passé couché augmenté) associés à l'observation d'une boiterie pourraient suggérer que la boiterie est ancienne.

Au regard de l'ensemble de ces éléments, il semble donc pertinent d'explorer la possibilité de compléter l'utilisation de l'outil Welfare Quality® en utilisant les données collectées durant sa mise en œuvre afin d'en tirer des informations sur l'ancienneté de certains troubles comme les boiteries.

#### **4.6 Peut-on s'attendre à une production laitière individuelle plus élevée en améliorant le bien-être du troupeau ?**

La plupart des travaux de recherche conduits sur le bien-être animal sont conçus pour répondre aux attentes croissantes et aux préoccupations éthiques des citoyens sur ce

thème (Dockès et Kling-Eveillard, 2007). Dans ce contexte, nous avons vu que certains industriels tendent à promouvoir des produits garantissant un élevage respectueux du bien-être animal via la réalisation d'évaluations du bien-être en exploitations à l'aide d'outils de certification. Les éleveurs perçoivent ainsi une interrogation des autres acteurs de la société sur leurs pratiques vis-à-vis du bien-être animal et estiment souvent que leur production souffre d'une mauvaise image dans l'opinion publique. Selon des enquêtes réalisées auprès d'une soixantaine d'éleveurs de bovins en France, les éleveurs sont dans l'ensemble favorables à la prise en compte de davantage d'exigences concernant le bien-être animal s'ils y trouvent leur compte, par une meilleure valorisation de leur travail via la qualité de leurs produits, une rétribution financière avantageuse ou encore une reconnaissance de leurs efforts par la société (Bertin et al., 2006). Une des barrières à l'adoption des mesures améliorant le bien-être des animaux peut être le coût, en particulier lorsqu'il s'agit de profondes modifications des installations. Néanmoins, un récent rapport de la FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013) souligne qu'une amélioration du bien-être et de la productivité des animaux pourrait être atteinte à travers une nutrition optimale de ces derniers. Pour être effectivement mises en place dans les exploitations, les mesures d'amélioration du bien-être doivent être accompagnées d'une aide financière et/ou d'une rentabilité économique pour les éleveurs.

Pour les éleveurs bovins laitiers, la rémunération dépend évidemment de la quantité et de la qualité du lait produit par le troupeau. Certains auteurs ont ainsi mis en évidence que cette quantité produite était impactée par la présence de troubles de santé au sein du troupeau (pour une revue Fourichon et al., 1999; Hortet et Seegers, 1998a, 1998b). Nous pouvons donc émettre l'hypothèse que le niveau de santé globale du troupeau va également avoir une influence sur son niveau de production laitière. Nous pouvons également supposer que les autres aspects du bien-être (alimentation, logement, comportement) vont impacter la quantité de lait produite, conduisant à une influence du niveau global de bien-être du troupeau sur la production des vaches. Une association positive entre le niveau global de bien-être des troupeaux bovins laitiers et la production laitière des vaches appartenant à ce troupeau constituerait un argument économique pour encourager les éleveurs à adopter des plans d'actions visant à améliorer le bien-être. Par ailleurs, ce niveau de production du troupeau pourrait être utilisé en tant qu'indicateur d'alerte pour repérer les troupeaux à

bien-être dégradé dans lesquels une intervention devrait prioritairement être effectuée. De Vries et al. (2011) ont réalisé un examen approfondi de la littérature pour décrire les quelques associations existantes entre les différentes mesures de bien-être prises en compte dans le protocole Welfare Quality® et la quantité de lait produite par les vaches. Basée sur l'exploration de résultats provenant d'études différentes menées dans des contextes parfois très différents, cette revue apporte des données non convergentes sur le sujet. Elle décrit ainsi l'existence d'associations contradictoires (tantôt positive ou négative) selon les auteurs entre la quantité de lait produite par les vaches et un nombre conséquent de mesures de bien-être Welfare Quality® telles que leur note d'état corporel, leur état de propreté ou encore l'accès à la pâture, la présence de troubles locomoteurs, d'altérations tégumentaires et de diarrhée. Néanmoins, cette mise en évidence d'associations contradictoires à l'échelle des mesures prises une à une souligne l'intérêt d'étudier cette association au niveau du bien-être global des troupeaux au sein d'un seul et même échantillon. Cette étude pourrait être conduite sur la base des associations entre le niveau de bien-être des troupeaux évalué à l'aide de l'outil Welfare Quality® et la production laitière. Des associations positives permettraient d'encourager les éleveurs à mettre en place des pratiques améliorant le bien-être des vaches laitières.

## **5. Objectif général et plan de thèse**

L'objectif général de cette thèse était de produire des connaissances épidémiologiques relatives à la santé des vaches laitières telle qu'elle est considérée et définie dans le concept Welfare Quality®. Le résultat attendu est de contribuer à l'amélioration du niveau de santé des vaches laitières en élevages ainsi qu'à l'amélioration de ce protocole pour permettre son utilisation à des fins d'intervention en élevages.

Le premier objectif était de décrire l'état de santé global au sein d'un large échantillon de troupeaux bovins laitiers français à l'aide du protocole Welfare Quality®. Le deuxième objectif était d'identifier, au sein de ce même échantillon, les systèmes d'élevages et les pratiques les plus respectueuses de la santé des vaches laitières. La stratégie

scientifique retenue pour répondre à ces deux objectifs ainsi que les résultats obtenus sont présentés dans le **chapitre 2**.

Notre troisième objectif était d'évaluer la possibilité d'optimiser l'utilisation des données collectées avec le protocole Welfare Quality® pour apprécier l'ancienneté des boiteries observées au cours d'une visite ponctuelle. La stratégie scientifique retenue pour répondre à cet objectif ainsi que les résultats obtenus sont présentés dans le **chapitre 3**.

Notre quatrième et dernier objectif était de décrire les associations existantes entre le niveau de bien-être d'un troupeau évalué à l'aide de l'outil Welfare Quality® et la production laitière des vaches appartenant à ce troupeau. La stratégie scientifique retenue pour répondre à cet objectif ainsi que les résultats obtenus sont présentés dans le **chapitre 4**.

Enfin, le **chapitre 5** consiste en une discussion générale du projet de thèse. Les principaux résultats de la thèse y sont rappelés et mis en perspective, en particulier pour proposer des améliorations ou des compléments au protocole d'évaluation du bien-être Welfare Quality®.

## Références bibliographiques

Bareille, N., Seegers, H., Fourichon, C., Beaudeau, F., Malher, X., 1998. Survenue et expression des mammites cliniques et subcliniques en troupeaux bovins laitiers : facteurs de risque liés à la conception et à l'utilisation du bâtiment. In Rencontre Recherche Ruminants symposium n°5, Paris, France, pages 297-300.

Barker, Z. E., Amory, J. R., Wright, J. L., Blowey, R. W., Green, L. E., 2007. Management factors associated with impaired locomotion in dairy cows in England and Wales. *J. Dairy Sci.* 90, 3270-3277.

Barker, Z. E., Leach, K. A., Whay, H. R., Bell, N. J., Main, D. C. J., 2010. Assessment of lameness prevalence and associated risk factors in dairy herds in England and Wales. *J. Dairy Sci.* 93, 932-941.

Bertin, M., Kling-Eveillard, F., Dockès, A. C., 2006. Les éleveurs bovins parlent du bien-être animal dans les démarches qualité. Institut de l'Élevage, collection Résultats, Paris, France, 46 pages.

Bigras-Poulin, M., Meek, A. H., Martin, S. W., 1990. Interrelationships among health problems and milk production from consecutive lactations in selected Ontario Holstein cows. *Prev. Vet. Med.* 8, 15-24.

Booth, C. J., Warnick, L. D., Gröhn, Y. T., Maizon, D. O., Guard, C. L., Janssen, D., 2004. Effect of lameness on culling in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87, 4115-4122.

Botreau, R., 2008. Evaluation multicritère du bien-être animal. Exemples des vaches laitières en ferme. Mémoire de thèse universitaire. Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (Agro Paris Tech), 436 pages.

Brulé, A., Toczé, C., Mounaix, B., 2010. Les boiteries chez les vaches laitières : fréquence d'observation et facteurs de risque dans deux systèmes de logement. In Rencontre Recherche Ruminants symposium n°17, Paris, France.

Commission Européenne, 2005. Attitudes des consommateurs envers le bien-être des animaux d'élevage. Rapport technique. Online: [http://ec.europa.eu/food/animal/welfare/euro\\_barometer\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/food/animal/welfare/euro_barometer_en.pdf)

Curtis, C. R., Erb, H. N., Sniffen, C. J., Smith, R. D., 1984. Epidemiology of parturient paresis: predisposing factors with emphasis on dry cow feeding and management. J. Dairy. Sci. 67, 817-825.

Dantzer, R. 2002. Le bien-être des animaux d'élevage. Agrobiosciences. 14 pages.

Dawkins, M. S., 1983. La souffrance animale ou l'étude objective du bien-être animal. Edition Le Point Vétérinaire, 152 pages.

De Boyer des Roches, A., 2012. Atteintes au bien-être des vaches laitières : étude épidémiologique. Mémoire de thèse universitaire. Université Blaise Pascal. 442 pages.

De Vries, M., Bokkers, E. A. M., Dijkstra, T., Van Schaik, G., De Boer, I. J. M., 2011. Invited review : Associations between variables of routine herd data and dairy cattle welfare indicators. J. Dairy. Sci. 94, 3213-3228.

Dockès, A. C., Kling-Eveillard, F., 2007. Les représentations de l'animal et du bien-être animal par les éleveurs français. INRA Prod. Anim. 20, 23-28.

Doherr, M. G., Roesch, M., Schaeren, W., Schallibaum, M., Blum, J. W., 2007. Risk factors associated with subclinical mastitis in dairy cows on Swiss organic and conventional production system farms. Vet. Med. Czech. 52, 487-495.

Duncan, I. J. H., 2005. Science-based assessment of animal welfare: farm animals. Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz. 24, 483-492.

EFSA Reports., 2009. Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare on a request from European Commission on welfare of dairy cows. Effects of farming systems on dairy cow welfare and disease. The EFSA Journal. 1143, 1-38.

Elbers, A. R. W., Miltenburg, J. D., de Lange, D., Crauwels, A. P. P., Barkema, H. W., Schukken, Y. H., 1998. Risk factors for clinical mastitis in a random sample of dairy herds from the southern part of the Netherlands. J. Dairy Sci. 81, 420-426.

Enting, H., Kooij, D., Dijkhuizen, A. A., Huirne, R. B. M., Noordhuizen-Stassen, E. N., 1997. Economic losses due to clinical lameness in dairy cattle. *Livest. Prod. Sci.* 49, 259-267.

Espejo, L. A., Endres, M. I., Salfer, J. A., 2006. Prevalence of lameness in high-producing Holstein cows housed in freestall barns in Minnesota. *J. Dairy Sci.* 89, 3052-3058.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2013. Enhancing animal welfare and farmer income through strategic animal feeding – Some case studies. FAO Animal Production and Health Paper No. 175. Rome, Italy.

Farm Animal Welfare Advisory, 1967. Online: <http://www.fawac.ie/>

Farm Animal Welfare Council, 1992. Fawc updates the five freedoms. *Vet. Record.* 17, 357.

Fourichon, C., Seegers, H., Bareille, N., Beaudeau, F., 1999. Effects of disease on milk production in the dairy cow: A review. *Prev. Vet. Med.* 41, 1-35.

Fourichon, C., Seegers, H., Malher, X., 2000. Effect of disease on reproduction in the dairy cow: A meta-analysis. *Theriogenology.* 53, 1729-1759.

Fourichon, C., Beaudeau, F., Bareille, N., Seegers, H., 2001. Incidence of health disorders in dairy farming systems in western France. *Livest. Prod. Sci.* 68, 157-170.

Fraser, D., 2005. Animal welfare and the intensification of animal production. An alternative interpretation. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy, 28 pages.

Fraser, D., 2008. Understanding animal welfare: the science in its cultural context. Wiley-Blackwell, London, UK.

Fregonesi, J. A., Leaver, J. D., 2001. Behaviour, performance and health indicators of welfare for dairy cows housed in strawyard or cubicle systems. *Livest. Prod. Sci.* 68, 205-216.

Green, L. E., Hedges, V. H., Schukken, Y. H., Blowey, R. W., Packington, A. J., 2002. The impact of clinical lameness on the milk yield of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 85, 2250-2256.

Greenough, P. R., Maccalum, F. J., Weaver, A. D., 1972. Lameness in cattle. Oliver and Boyd. Edinburgh Editions. 478 pages.

Groehn, J. A., Kaneene, J. B., Foster, D., 1992. Risk factors associated with lameness in lactating dairy cattle in Michigan. *Prev. Vet. Med.* 14, 77-85.

Haskell, M. J., Rennie, L. J., Bowell, V. A., Bell, M. J., Lawrence, A. B., 2006. Housing system, milk production, and zero-grazing effects on lameness and leg injury in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89, 4259-4266.

Hortet, P., Seegers, H., 1998a. Calculated milk yield loss and related composition changes associated with elevated somatic cell counts in dairy cows: review and critical discussion. *Vet. Res.* 29, 497-510.

Hortet, P., Seegers, H., 1998b. Loss in milk yield and related composition changes resulting from clinical mastitis in dairy cows: a review. *Prev. Vet. Med.* 37, 1-20.

Hughes, B. O., 1976. Behaviour as an index of welfare. In 5<sup>th</sup> European poultry conference. Malta, pages 1005-1018.

Huxley, J.N., 2013. Impact of lameness and claw lesions in cows on health and production. *Livest. Sci.* *In press.* <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2013.06.012>.

Knierim, U., Winckler, C., 2009. On-farm welfare assessment in cattle: validity, reliability and feasibility issues and future perspectives with special regard to the Welfare Quality® approach. *Anim. Welfare.* 18, 451-458.

Landais, E., 1987. Recherches sur les systèmes d'élevage. Questions et perspectives. Document de travail unité INRA-SAD, INRA publications, 75 pages.

L'Économie Laitière en Chiffres. Édition 1985 C.N.I.E.L. (Centre National Interprofessionnel de l'Économie Laitière). 167 pages.

L'Économie Laitière en Chiffres. Édition 2011 C.N.I.E.L. (Centre National Interprofessionnel de l'Économie Laitière). 168 pages.

Mee, J. F., 2004. Temporal trends in reproductive performance in Irish dairy herds and associated risk factors. *Ir. Vet. J.* 57, 158-166.

Miele, M., Veissier, I., Evans, A., Botreau, R., 2011. Animal welfare : establishing a dialogue between science and society. *Anim. Welfare.* 20, 103-117.

Morris, M. J., Kaneko, K., Walker, S. L., Jones, N. D., Routly, J. E., Smith, R. F., Dobson, H., 2011. Influence of lameness on follicular growth, ovulation, reproductive hormone concentrations and estrus behavior in dairy cows. *Theriogenology*. 76, 658-668.

Mounaix, B., Brule, A., Dockès, A. C., Mirabito, L., Le Guenic, M., Briand, P., Bareille, N., Boissy, A., Lensink, J., 2012. Méthodes d'évaluation du bien-être animal en élevage, pendant le transport et à l'abattoir. Document établi dans le cadre du projet RMT 'Bien-être et systèmes d'élevage'. 125 pages.

Organisation Mondiale de la Santé, 1946. Préambule à la constitution de l'Organisation Mondiale de la Santé. Conférence internationale sur la santé. 80, 981-982.

Pfeiffer, D. U., 2002. *Veterinary Epidemiology-An introduction*. Editions Wiley-Blackwell. 152 pages.

Porcher, J., 2004. *Bien-être animal et travail en élevage*. INRA éditions. 265 pages.

Porcher, J., 2006. Well-being and suffering in livestock farming: living conditions at work for people and animals. *Sociologie du travail*. 48, 56-70.

Poulain, J.P., 1997. Mutations et modes alimentaires. In M. Paillat (Ed), *Le mangeur et l'animal-Mutations de l'élevage et de la consommation*, Paris, France : Autrement. Pages 103-121.

Rapport Brambell, 1965. Report of the Technical Committee to Enquire into the Welfare of Animals kept under Intensive Livestock Husbandry Systems (HMSO London, ISBN 010 8502864).

Rushen, J., Butterworth, A., Swanson, J. C., 2011. Animal behavior and well being symposium, farm animal welfare assurance: science and applications. *J. Anim. Sci.* 89, 1219-1228.

Seegers, H., Fourichon, C., Beaudeau, F., 2003. Production effects related to mastitis and mastitis economics in dairy cattle herds. *Vet. Res.* 34, 475-491.

Stafleu, F. R., Grommers, F. J., Vorstenbosch, J., 1996. Animal welfare: Evolution and erosion of a moral concept. *Anim. Welfare* 5, 225-234.

Veissier, I., Evans, A., 2007. Rationale behind the Welfare Quality® assessment of animal welfare. Second welfare Quality® stakeholder conference, Assuring animal welfare: from societal concerns to implementation, Berlin, Germany, pages 19-22.

Veissier, I., Beaumont, C., Lévy, F. 2007. Les recherches sur le bien-être animal : buts, méthodologie et finalité. INRA Prod. Anim. 20, 3-10.

Veissier, I., Botreau, R., Perny, P., 2010. Evaluation multicritère appliquée au bien-être des animaux en ferme ou à l'abattoir : difficultés et solutions du projet Welfare Quality®. INRA Prod. Anim. 23, 269-284.

Webster, J., 2005. The assessment and implementation of animal welfare: theory into practice. Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz. 24, 723-734.

Welfare Quality®, 2009. Welfare Quality® assessment protocol for cattle., Lelystad., the Netherlands. Accessible on the network website: <http://www.welfarequality.net/network/45848/7/0/40>

Whay, H. R., Main, D. C. J., Green, L. E., Webster, A. J. F., 2003a. Assessment of the welfare of dairy cattle using animal-based measurements: Direct observations and investigation of farm records. Vet. Rec. 153, 197-202.

Whay, H. R., Main, D. C. J., Green, L. E., Webster, A. J. F., 2003b. Animal-based measures for the assessment of welfare state of dairy cattle, pigs and laying hens: Consensus of expert opinion. Anim. Welfare. 12, 205-217.

Whay, H. R., 2007. The journey to animal welfare improvement. Anim. Welfare. 16, 117-122.

# Chapitre 2. Description de l'état de santé et des facteurs de variation associés en troupeaux bovins laitiers français





## **1. Description de l'état de santé et des facteurs de variation associés en troupeaux bovins laitiers français et résumé de l'article 'Description and factors of variation of the overall health score in French dairy cattle herds using the Welfare Quality® assessment protocol'**

Cette étude avait deux objectifs. Il s'agissait *(i)* de décrire le score de santé globale tel que mesuré par le protocole Welfare Quality® au sein d'un large échantillon de troupeaux bovins laitiers français et *(ii)* d'analyser les facteurs pouvant faire varier ce score. Les facteurs investigués étaient liés aux systèmes d'élevage (type de logement, système de traite, taille du troupeau, race dominante du troupeau et zone géographique) et aux pratiques des éleveurs.

Pour répondre à ces deux objectifs, le protocole Welfare Quality® a été réalisé dans son intégralité dans 130 exploitations bovines laitières françaises entre Décembre 2010 et Mars 2011. La période hivernale a été choisie car elle seule permettait d'observer les vaches en bâtiment, condition indispensable à la réalisation du protocole. Cette enquête transversale a été effectuée par 5 observateurs préalablement formés à la méthode de notation. Ils avaient été entraînés à utiliser cet outil à l'aide de photos et de vidéos et d'une réalisation complète du protocole en ferme avant le début de l'étude. Comme le nombre d'observateurs et la période d'étude étaient limités pour réaliser ces enquêtes, nous avons décidé d'enquêter un maximum de 120-130 troupeaux. Cinq critères de stratification avaient été préalablement sélectionnés : la zone géographique (régions de plaine de l'ouest (Bretagne, Pays de la Loire) vs. régions de montagne (Auvergne, Rhône-Alpes)), la race dominante dans le troupeau correspondant aux deux races laitières les plus fréquentes en France (Prim'Holstein vs. Montbéliarde), le système de traite (salle de traite vs. robot de traite), le type de logement (aire paillée vs. logettes) et enfin la taille du troupeau (inférieur à 50 vaches vs. supérieure ou égale à 50 vaches). Ces critères avaient été choisis pour deux raisons : *(i)* ils représentent les principaux systèmes d'élevage durables en France (les stabulations entravées, désormais très peu fréquentes en France, n'ont ainsi pas été prises en compte dans ces enquêtes) et *(ii)* ils représentent de plus des facteurs de variation potentiels du niveau de santé en troupeaux bovins laitiers. Le recrutement des troupeaux

s'est basé sur des listes de coordonnées d'éleveurs, obtenues par les Groupements de Défense Sanitaire, sur lesquelles les caractéristiques des fermes n'étaient pas renseignées. Nous avons effectué un tirage au sort d'une centaine d'éleveurs sur ces listes que nous avons ensuite contacté par téléphone. Si l'éleveur donnait son accord pour participer à l'étude, les informations relatives aux caractéristiques de son élevage lui étaient demandées. L'ensemble des strates que nous avons sélectionnées avant le processus de recrutement a ainsi été progressivement rempli. Au total, 21 strates ont été complétées sur les 24 attendues. L'effectif de troupeaux était homogène dans chacune (6 troupeaux en moyenne par strate), confirmant notre hypothèse de départ selon laquelle les critères de stratification choisis avant le processus de recrutement représentaient les principaux systèmes d'élevage dans les troupeaux bovins laitiers français.

Les rapports EFSA (2009) ont pointé la santé comme l'aspect de bien-être le plus dégradé chez les vaches laitières en Europe. La situation en France confirme-t-elle les conclusions de ces rapports ? L'étude de cette question a été réalisée au sein de la thèse d'Alice de Boyer des Roches (UMR 1213 Herbivores, équipe Adaptation et Comportements Sociaux (ACS), INRA VetAgro Sup) et a fait l'objet d'une co-publication jointe en **Annexe 2**. Sur l'échantillon des 130 troupeaux bovins laitiers français que nous avons enquêté, les analyses descriptives menées ont révélé que deux critères sur les trois utilisés dans le protocole Welfare Quality® pour évaluer la santé (à savoir les critères 'Absence de blessures', 'Absence de maladies' et 'Absence de douleur induite par les pratiques d'élevage') ont présenté les scores médians les plus bas parmi l'ensemble des critères du protocole Welfare Quality® (**Table 2-1**). Il s'agissait des deux critères 'Absence de douleur induite par les pratiques d'élevage' (score médian=28.0) et 'Absence de maladies' (score médian=33.3). Ainsi, parmi l'ensemble des composantes du bien-être, la santé telle que mesuré par le protocole Welfare Quality® serait la plus dégradée chez les vaches laitières en France. Cette première évaluation exhaustive du niveau de bien-être à l'échelle d'un large échantillon de troupeaux français rapporte des résultats qui sont donc cohérents avec les rapports EFSA (EFSA, 2009).

**Table 2-1. Scores des critères Welfare Quality® obtenus dans un échantillon de 130 troupeaux bovins laitiers français entre Décembre 2010 et Mars 2011**

Critères	Farm score				
	Médiane	1 <sup>er</sup> quartile	3 <sup>ème</sup> quartile	Min	Max
Absence de faim prolongée	49.3	27.6	100	2.5	100
Absence de soif prolongée	60.0	11.5	100	3.0	100
Confort de couchage	38.5	26.0	48.4	0.0	70.9
Facilité de mouvement	100	100	100	100	100
Absence de blessures	54.7	40.0	69.6	6.7	100
Absence de maladies	33.3	27.4	44.8	11.9	86.0
Absence de douleur induite par les pratiques d'élevage	28.0	28.0	28.0	2.0	75.0
Expression du comportement social	42.0	20.5	62.6	0.0	95.9
Expression d'autres comportements	82.3	77.9	86.3	0.0	100
Bonne relation homme-animal	42.0	33.9	51.0	13.5	70.0
État émotionnel positif	49.0	34.6	66.1	0	93.3

Les résultats des critères de santé sont donc dégradés. Qu'en est-il à l'échelle du score de santé globale ? L'étude de cette question correspond à notre premier objectif qui consistait à décrire le niveau de santé globale dans un large échantillon de troupeaux bovins laitiers français. Comme attendu, les analyses descriptives menées ont révélé que le score de santé globale dans notre échantillon de 130 troupeaux était peu variable et d'un niveau modéré dit 'acceptable' selon le classement élaboré par les experts du protocole (moyenne=33.4 ; écart-type=8.1 ; min=13.9 ; max=54.2). En effet, compte-tenu du principe de non-compensation dans la mécanique du calcul des scores Welfare Quality®, la présence d'au moins un critère de santé dégradé a induit un score de santé globale également dégradé. Les mesures de santé majoritairement responsables du score pour le critère 'Absence de maladie' étaient les mammites subcliniques et les dystocies pour lesquelles respectivement 93.8% et 66.9% des troupeaux ont obtenu des valeurs les classant dans la catégorie modérée à faible en termes de bien-être. Celle responsable du score du critère 'Absence de douleur induite par les pratiques d'élevage' était la pratique de l'écornage sans traitement de la douleur (à savoir sans anesthésie ni analgésie), 97.6% des troupeaux ont en effet été classés dans la catégorie modérée à faible pour cette mesure. Les calculs du score

de santé globale au sein du protocole Welfare Quality® sont ainsi conçus de telle manière à ce que cette note globale soit la plus proche de la valeur minimale des scores des critères sous-jacents (Welfare Quality®, 2009). Cette valeur minimale a été obtenue par le critère 'Absence de douleur induite par les pratiques d'élevage' dans notre étude. Le score de santé globale est donc négativement influencé par les pratiques d'écornage réalisées sans prise en charge de la douleur. Cependant, ce résultat peut en grande partie s'expliquer par la réglementation française actuelle qui interdit aux éleveurs la pratique de l'anesthésie locale du nerf cornual, les astreignant ainsi à appeler leur vétérinaire pour chacune de ces interventions. En pratique, ce recours systématique au vétérinaire est inconcevable compte-tenu du manque de disponibilité des vétérinaires et des coûts que ces interventions à répétition représentent pour l'éleveur. Néanmoins, l'utilisation préventive d'anti-inflammatoire non stéroïdiens (AINS) est autorisée et devrait donc être encouragée dans l'attente d'une éventuelle modification de la réglementation française qui pourrait, par exemple, se baser sur le modèle Suisse qui autorise aux éleveurs la pratique d'anesthésie locale après avoir suivi une formation auprès du vétérinaire traitant (Le Neindre et al., 2009).

Pour décrire le score de santé globale dans les troupeaux laitiers français et répondre ainsi à ce premier objectif, le protocole Welfare Quality® a été réalisé dans un échantillon de grande taille. Ceci a ainsi permis de mettre à l'épreuve ce nouvel outil afin de vérifier la pertinence, d'une part des mesures collectées, et d'autre part, de l'interprétation qui en est faite. Il semble ainsi que la terminologie employée pour qualifier certains calculs soit discutable. En effet, le terme épidémiologique d'incidence cumulée serait à privilégier plutôt que celui de pourcentage pour dénombrer les événements de mortalité, dystocies et syndrome de vaches couchées tels qu'ils sont recensés dans ce protocole. En effet, l'incidence cumulée se définit comme la proportion d'animaux sains développant une maladie donnée au cours d'une période donnée (Pfeiffer, 2002). Autrement dit, cela correspond au risque qu'un individu sain développe une maladie sur une période donnée. Nous avons reformulé ces termes au cours de la rédaction de notre article par rapport à la version initiale du protocole. De plus, le processus de collecte des données utilisé pour certains troubles de santé est également discutable. A titre d'exemple, le protocole considère le pourcentage de mortalité comme le nombre d'animaux de plus de 200 kg morts, euthanasiés ou abattus d'urgence au cours des 12 derniers mois sur le nombre

moyen d'animaux de plus de 200 kg présents sur l'année dans le troupeau. Afin d'obtenir des calculs exacts de mortalité, il faudrait restreindre ce calcul sur la base du nombre de vaches ayant déjà vêlées au cours des 12 derniers mois. Par ailleurs, le pourcentage de dystocies est calculé à partir des données enregistrées sur les déclarations de naissance des veaux. Un score concernant les conditions de vêlage allant de 1 (vêlage sans aide) à 5 (embryotomie) est attribué par l'éleveur lors de l'enregistrement de cette déclaration. Le pourcentage de dystocies est donc calculé à partir d'un aspect uniquement déclaratif des éleveurs qui peuvent avoir une perception très variable de la définition d'un vêlage difficile. Cependant, cette méthode est aujourd'hui commune à l'ensemble des outils considérant les conditions de vêlage dans leur évaluation du bien-être étant donné qu'il n'existe pas d'autre moyen de dénombrer le nombre de vêlages difficiles. Enfin, les seuils d'alerte et les seuils d'alarme choisis par les experts pour interpréter l'occurrence de certains troubles de santé nous semblent perfectibles au vu de la situation rencontrée en conditions réelles de terrain, notamment en ce qui concerne les dystocies. En effet, plus de 25% des troupeaux de l'échantillon dépassent le seuil d'alarme choisi pour ce trouble de santé (5.5%). Ainsi, lorsque plus de 5.5% des vaches du troupeau ont eu un vêlage difficile au cours des 12 mois précédents la visite, ce seuil est dépassé et la mise en place d'un plan d'action est alors nécessaire selon les experts. Ainsi, bien que l'incidence cumulée de dystocies dans notre échantillon (5.7%) soit similaire à celle publiée en France (6.6%, Fourichon et al., 2001) et en Irlande (2-7%, Mee, 2008), plus de 25% des troupeaux de notre échantillon seraient en situation de devoir subir un plan d'intervention. Les dystocies sont causées par de nombreux facteurs (Zaborski et al., 2009). Ceux-ci peuvent être liées aux pratiques de l'éleveur (exemple d'une ration trop riche pendant la période de tarissement) mais également à des éléments que l'éleveur ne peut pas maîtriser tels qu'une présentation anormale du veau au moment du vêlage ou encore les naissances multiples. Ainsi, à la différence par exemple des pratiques d'écornage réalisées sans prise en charge de la douleur, l'incidence de ce trouble de santé est moins perfectible par les éleveurs. Sachant cela, il est possible que la nécessité de mise en place d'un plan d'intervention à partir d'une incidence cumulée de dystocies supérieure ou égale à 5.5% dans un troupeau soit surestimée dans le protocole Welfare Quality®.

Malgré des éléments qui nous semblent perfectibles après sa première réalisation au sein d'un échantillon de grande taille, le protocole Welfare Quality® n'en reste pas moins novateur de par notamment l'originalité de ses mesures basées sur l'appréciation de la douleur et l'exhaustivité de son évaluation au cours d'une visite ponctuelle en élevage. Une des mesures de santé à améliorer en priorité semble être les pratiques liées à l'écornage des veaux sans prise en charge de la douleur. Celle-ci, perfectible par tous les éleveurs, pourrait être facilement corrigée via l'utilisation préventive d'AINS. En revanche, concernant les autres mesures collectées pour évaluer la santé (mesures composant les critères 'Absence de blessures' (boiteries, lésions de la peau) et 'Absence de maladies' (mammites subcliniques, dystocies, diarrhée, écoulement vulvaire, ...)), la nature des recommandations ne peut être aussi systématique.

Le deuxième objectif de cette étude était ainsi d'analyser les facteurs pouvant causer la dégradation du score de santé globale pour, le cas échéant, optimiser son amélioration. Les facteurs investigués étaient liés aux systèmes d'élevage (type de logement, système de traite, taille du troupeau, race dominante du troupeau et zone géographique) et aux pratiques des éleveurs. Les associations entre les facteurs sélectionnés et le score de santé globale ont été explorées grâce à des analyses de variance à effet mixte (ANOVA) avec le logiciel SAS (Statistical Analysis System) version 9.2.

Dans les études épidémiologiques, les auteurs explorent de façon analytique les facteurs de risque spécifiques à chacune des maladies (ex : boiteries). Par définition, un facteur de risque est un facteur associé à l'augmentation de la probabilité d'apparition ou de développement d'un phénomène pathologique dans la mesure où il y a relation de causalité (établie ou probable) entre ce facteur et la maladie concernée (Postulat d'Evans, 1976). Une relation de cause à effet induit une antériorité du facteur sur l'effet. Or les fermes, dans le protocole Welfare Quality®, sont enquêtées de façon transversale en une seule visite, ce qui ne permet pas d'observer l'antériorité du facteur de risque supposé au trouble de santé considéré. En enquête transversale, il nous a donc semblé plus pertinent de parler de 'facteurs de variation' plutôt que de 'facteurs de risque'.

Un meilleur score de santé globale a été obtenu au sein des troupeaux qui présentaient les caractéristiques suivantes : système en aire paillée-salle de traite ( $P < 0.0001$ ), localisé en zone de montagne ( $P = 0.013$ ), de race dominante Montbéliarde ( $P = 0.006$ ), avec une parité moyenne comprise entre 2.5 et 3 ( $P = 0.03$ ), une faible proportion de vaches sales ( $P = 0.002$ ) et de vaches à note d'état corporel anormale (trop maigres ou trop grasses) ( $P = 0.04$ ). Alors que la littérature rapporte des résultats contradictoires entre l'influence des deux types de logement (aire paillée-logettes) sur la santé des vaches laitières (ex : fréquence moins importante de boiterie en aire paillée (Haskell et al., 2006) et de mammites en logettes (Fregonesi and Leaver, 2001)), les résultats de cette étude suggèrent que la santé globale des troupeaux est significativement meilleure en aire paillée. La dégradation de la santé dans les troupeaux équipés d'un robot de traite peut être liée à la réduction du temps consacré à l'observation des animaux dans ce système souvent adopté dans les grandes exploitations (Fahey et al., 2002). En cohérence avec ce qui est rapporté dans la littérature, notre étude souligne également que les races sélectionnées pour la production laitière telles que la Prim'Holstein sont plus sensibles aux maladies que les races mixtes (Pryce and Veerkamp, 2001; Dematawewa and Berger, 1998). Comme attendu, les pratiques permettant un état corporel correct et une propreté optimale des vaches laitières sont associées à une meilleure santé des troupeaux. En revanche, il est étonnant de constater que le score de santé globale est significativement plus dégradé dans les troupeaux les plus jeunes, c'est-à-dire dans les troupeaux où la parité moyenne est inférieure à 2.5 pour les troupeaux de Montbéliardes et 2 pour les troupeaux de Prim'Holsteins. Des résultats contraires étaient attendus étant donné que la littérature décrit une fréquence de maladies plus importante chez les multipares (Breen et al., 2009 ; Groehn et al., 1992 ; Erb et al., 1985). Nous pouvons supposer que le taux de réforme est important et anticipé dans les troupeaux avec une proportion importante de jeunes vaches (parité inférieure à 2.5). Cette réforme anticipée peut être causée par une prévalence plus importante de maladies dans ces troupeaux. Par conséquent, la parité moyenne des troupeaux pourrait être utilisée comme un indicateur d'alerte pour repérer les troupeaux à niveau de santé globale dégradé dans lesquels une intervention devrait prioritairement être effectuée.

## **Références bibliographiques**

Breen, J. E., Bradley, A. J., Green, M. J., 2009. Quarter and cow risk factors associated with a somatic cell count greater than 199,000 cells per milliliter in United Kingdom dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92, 3106-3115.

Dematawewa, C. M., Berger, P. J., 1998. Genetic and phenotypic parameters for 305-days yield, fertility, and survival in Holsteins. *J. Dairy Sci.* 81, 2700-2709.

EFSA Reports., 2009. Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare on a request from European Commission on welfare of dairy cows. Effects of farming systems on dairy cow welfare and disease. *The EFSA Journal.* 1143, 1-38.

Erb, H. N., Smith, R. D., Oltenacu, P. A., Guard, C. L., Hillman, R. B., Powers, P. A., Smith, M. C., White, M. E., 1985. Path model of reproductive disorders and performance, milk fever, mastitis, milk yield, and culling in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 68, 3337-3349.

Fahey, J., O'Sullivan, K., Crilly, J., Mee, J. F., 2002. The effect of feeding and management practices on calving rate in dairy herds. *Anim. Reprod. Sci.* 74, 133-150.

Fourichon, C., Beaudeau, F., Bareille, N., Seegers, H., 2001. Incidence of health disorders in dairy farming systems in western France. *Livest. Prod. Sci.* 68, 157-170.

Fregonesi, J. A., Leaver, J. D., 2001. Behaviour, performance and health indicators of welfare for dairy cows housed in strawyard or cubicle systems. *Livest. Prod. Sci.* 68, 205-216.

Groehn, J. A., Kaneene, J. B., Foster, D., 1992. Risk factors associated with lameness in lactating dairy cattle in Michigan. *Prev. Vet. Med.* 14, 77-85.

Haskell, M. J., Rennie, L. J., Bowell, V. A., Bell, M. J., Lawrence, A. B., 2006. Housing system, milk production, and zero-grazing effects on lameness and leg injury in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89, 4259-4266.

Le Neindre, P., Guatteo, R., Guémené, D., Guichet, J. L., Latouche, K., Leterrier, C., Levionnois, O., Mormède, P., Prunier, A., Serrie, A., Servière, J., 2009. Douleurs animales : les identifier, les comprendre, les limiter chez les animaux d'élevage. Expertise scientifique collective, synthèse du rapport, INRA (France), 98 pages.

Mee, J. F., 2008. Prevalence and risk factors for dystocia in dairy cattle. A review. *Vet. J.* 176, 93-101.

Pfeiffer, D. U., 2002. *Veterinary Epidemiology-An introduction*. Editions Wiley-Blackwell. 152 pages.

Postulat d'Evans, 1976. *Veterinary Epidemiology research*. Dohoo, I., Martin, W., Stryhn, H., 2010. 2<sup>nd</sup> edition. Editions Ver Inc. 865 pages.

Pryce, J. E., Veerkamp, R. F., 2001. The incorporation of fertility indices in genetic improvement programmes. *Br. Soc. Anim. Sci.* 26, 237-249.

Welfare Quality®, 2009. Welfare Quality® assessment protocol for cattle., Lelystad., the Netherlands. Accessible on the network website:  
<http://www.welfarequality.net/network/45848/7/0/40>

Zaborski, D., Grzesiak, W., Szatkowska, I., Dybus, A., Muszynska, M., Jedrzejczak, M., 2009. Review article : factors affecting dystocia in cattle. *Reprod. Dom. Anim.* 44, 540-551.

## **2. Article 'Description and factors of variation of the overall health score in French dairy cattle herds using the Welfare Quality® assessment protocol'**

**Authors: M. Coignard, †\*<sup>1</sup> R. Guatteo, \*† I. Veissier, §# A. de Boyer des Roches, #§ L. Mounier, #§ A. Lehébel, † and N. Bareille\*†**

*†INRA, UMR 1300 Biology, Epidemiology and Risk Analysis in Animal Health, CS 40706, F-44307 Nantes, France.*

*\*LUNAM Université, Oniris, Nantes-Atlantic College of Veterinary Medicine, Food Sciences and Engineering, UMR BioEpAR, F-44307 Nantes, France*

*#Université de Lyon, VetAgro Sup, UMR 1213 Herbivores, F-69280 Marcy L'Etoile, France.*

*§INRA, UMR 1213 Herbivores, F-63122 Saint-Genès-Champanelle, France.*

***Preventive Veterinary Medicine, accepté pour publication le 31 Juillet 2013, 112, 296-308***

### **2.1. Abstract**

Extensive information is available in the literature on the specific risk factors of the main health disorders afflicting dairy cattle herds. However, it remains difficult to manage a herd's overall health because measures to control one risk factor can exacerbate the risk of another disease. To achieve and maintain good overall herd health, livestock systems and management practices need to simultaneously take into account all of the main health disorders. We aimed to identify the characteristics of systems and practices conducive to good herd health using the Welfare Quality® assessment protocol for cattle. This protocol allows an assessment of the level of health and welfare at the herd level according to the opinion of a selected group of 13 experts from animal sciences. Our objectives were to (i) describe the distribution of dairy herds' health scores in a representative sample of French dairy cattle herds, and (ii) to investigate systems (housing system, milking system, herd size, breed, farm location) and management practices associated with variations of the overall

health score of dairy herds. This protocol was carried out on 130 farms between December 2010 and March 2011. A multivariable analysis of variance (ANOVA) was performed to investigate the factors of variation of the overall health score at the herd level.

The overall health scores of the farms in the sample were classified as moderate for the vast majority of farms (95.4%) (mainly due to subclinical mastitis, dystocia and pain induced by disbudding/dehorning) and varied little between farms. Some livestock systems were associated with a higher overall health score: straw yards and milking parlors ( $P < 0.0001$ ), highland vs. lowland locations ( $P = 0.013$ ), Montbeliarde rather than Holstein breeds ( $P = 0.006$ ). Some management practices also were associated with a higher level of health: medium herd average parity ( $P = 0.03$ ), low proportion of dirty cows ( $P = 0.002$ ) and low proportion of cows with abnormal body condition ( $P = 0.04$ ). These results suggest that some systems contribute to better health and that improvement of health can be obtained in the short term by the modification of routine management practices.

**Keywords:** overall health score, dairy cattle herd, factor of variation, welfare assessment

## **2.2. Introduction**

The welfare of farm animals has become a growing concern in recent years. According to the 2005 Eurobarometer study on farm animal welfare, 78.3% of European citizens believe that more should be done to improve the welfare and protection of farm animals within the European Union (European Commission, 2005). For their part, farmers have always been concerned about the condition of their animals (Von Keyserlingk et al., 2009) and they must adapt their management practices in order to improve and optimize the welfare of their herd.

There is currently a lack of knowledge about the actual level of animal welfare on dairy cattle farms. However, scientists and livestock professionals consider health impairments as major potential threats to animal welfare. Indeed, in considering the five welfare freedoms (Farm Animal Welfare Council, 1992), some of the most important consequences of poor welfare in dairy cattle are the occurrence of diseases, in particular foot and leg disorders and mastitis (EFSA Reports, 2009).

In the literature, extensive information is available on the specific risk factors for the main health disorders (e.g. mastitis, lameness, and metabolic disorders) afflicting dairy cows. However, it remains difficult to manage a herd's overall health because measures to control one risk factor can exacerbate the risk of other diseases. When a farmer tries to solve a specific health disorder in his herd by making changes in his system or practices, the risk of another disorder occurring consequently can increase. As an example, we can consider the two main health disorders observed on dairy herds in terms of prevalence, economic losses and pain induced: lameness (Whay et al., 1997; Green et al., 2002) and udder health disorders (Fourichon et al., 2001a; Seegers et al., 2003; Ghavi Hossein-Zadeh and Ardalan, 2011). Cubicles are well known to increase the risk of the occurrence of lameness (Haskell et al., 2006; EFSA Reports, 2009) while they reduce the risk for mastitis (Fregonesi and Leaver, 2001; Bareille et al., 1998). The inverse has been observed for straw yards. It is therefore impossible to choose one housing system over the other based on the occurrence of these disorders. Such a decision must be based on an overall assessment of the health status of the dairy herd that takes into account the occurrence and severity of all of the major disorders afflicting the herd.

Recently, a European research project named Welfare Quality® aimed at elaborating, for several livestock species (cattle, pigs and poultry), a system for the assessment of welfare at the herd level based on experts' opinion. These experts proposed to take into account the concomitant measurement of the five freedoms through the measurement of four principles (health, feeding, housing and behavior) which are finally combined into a global welfare scoring (Welfare Quality®, 2009). Within the Welfare Quality® protocol, the assessment of each principle is based on the evaluation of two to four criteria. For instance, the 'health' principle includes the assessment of (i) absence of injuries (ii) absence of diseases and (iii) absence of pain induced by management procedures. To the best of our knowledge, this is currently the only method allowing an overall assessment of farm animals' health. The farm's compliance with each criterion is checked in regards to the experts thresholds thanks to measures collected from observing animals or resources on the farm and from questioning the farmer on his management practices. For dairy cows, a total of 33 measures, all selected for their validity, reliability and feasibility (Knierim and Winckler, 2009), are performed.

The objectives of our study were to (i) describe the distribution of dairy herds' health scores in a representative sample of French dairy cattle herds and (ii) investigate systems (housing system, milking system, herd size, breed, farm location) and management practices associated with a variation of the overall health score of dairy herds to promote those related to a better health status. We used the Welfare Quality® assessment protocol to produce an overall assessment of the dairy herds' health.

## **2.3. Material and Methods**

### **2.3.1. Study sample**

Five stratification criteria were selected to represent the main components of the diversity of current dairy herds in France: herd location (lowland regions (Brittany and Pays de la Loire, western France) vs. highland regions (Auvergne, central France and Rhône-Alpes, eastern France)), breed (Holstein vs. Montbeliarde, the two main dairy breeds in France), milking system (milking parlor vs. automatic milking system (**AMS**)), housing system (straw yard vs. cubicles), and finally herd size ('small herd' with less than 50 lactating cows and 'medium herd' with at least 50 lactating cows). To be included in the study, herds also had to fulfill the following criteria: (i) the farmer agreed to participate in a one-day cross-sectional survey, (ii) the farm was enrolled in a milk recording scheme, and (iii) the dairy cows were being kept indoors when the farm was visited. The combination of the five stratification criteria gave a total of 24 strata (strata composed of AMS and straw yard were not retained in this stratification because these combinations are rare in France). The nine Animal Health Services ('Groupement de Défense Sanitaire') of the targeted areas each provided an exhaustive list of dairy farmers in their region. These lists contained no information regarding the characteristics of the farms. One hundred farms were then randomly selected from each list using the R®2.10.1 software (R Development Core Team, 2009). We decided to visit about 120-130 herds due to the limited number of observers and the limited study period in which cows were kept indoors. The goal was to recruit a similar number of farms per stratum, leading to an average of five to six farms per stratum since 24 strata were initially expected. Farmers were contacted by phone. During each call, the project and the practical constraints of the visit were presented. If the farmer agreed to participate, information relative to the stratification criteria was then obtained. The strata were thus

filled in progressively. The study population was therefore deemed representative of the diversity of dairy farms in France today.

### **2.3.2. Data collection**

The visits were conducted by five observers between December 2010 and March 2011 (each observer carried out one farm visit per day). The observers had been trained in advance on how to use the Welfare Quality® protocol. Training consisted of classroom exercises using photos and videos, observations of animals, and test runs on four farms. Each of the five observers applied the entire assessment protocol (Welfare Quality®, 2009) on the test farms to ensure that they all applied the protocol in a consistent and coherent manner.

Among the 33 measures defined by experts and collected through the Welfare Quality® protocol (Welfare Quality®, 2009) to assess dairy herd welfare, the 14 measures strictly related to health aspects cover three different criteria: injuries, diseases and pain induced by management procedures (**Table 2-2.**). These 14 measures were collected directly from observing the animals (N=8), consulting farm records (N=4), and questioning the farmer on his management practices (N=2). As defined in the Welfare Quality® protocol, in each herd, the animal-based measures were collected from a sample of cows chosen at random to assess between 45% and 100% of the whole herd. In herds containing 30 lactating cows or less, all animals were observed; the proportion assessed decreased when the size of the herd was larger.

Five other welfare aspects measured by the Welfare Quality® protocol are also believed to influence dairy cow health. These measures were therefore collected in addition to the 14 health measures mentioned above. For the same reason, four other factors related to herd management practices that are not considered in the Welfare Quality® protocol were also collected by consulting farm records and questioning farmers (an exhaustive list of explanatory variables is provided in **Table 2-5.**).

**Table 2-2. Data collected for the assessment of the overall health score of dairy cows in a herd using the Welfare Quality® assessment protocol**

Health measures	Type of raw data	Frequency calculation	Description of the method for collecting data
Lameness	Animal-based measure	Prevalence of lameness observed on a sample of cows the day of the visit	Cows are observed when walking on a surface on which they normally walk. The cows gait score is assessed using this scale: <i>0: Not lame : timing of steps and weight-bearing equal on all four feet</i> <i>1: Moderately lame : imperfect temporal rhythm in stride creating a limp</i> <i>2: Severely lame : Strong reluctance to bear weight on one limb, or more than one limb affected</i>
Integument alterations	Animal-based measure	Prevalence of integument alterations observed on a sample of cows the day of the visit	Five body regions of cows (neck/shoulder/back, hindquarter, tarsus, flank/side/udder, carpus) are observed on one side of the animal. On each region, the number of hairless patches and lesions/swellings of a minimum diameter of 2 cm are recorded
Coughing	Animal-based measure	Mean number of coughs expressed per cow per 15 min	Recording using continuous behavior sampling of sudden and noisy expulsion of air from the lungs of cows during a total period of 120 min
Nasal discharge	Animal-based measure	Prevalence of nasal discharge observed on a sample of cows the day of the visit	Animal is observed without being touched. Assessed using this scale: <i>0: No evidence</i> <i>1: Evidence of clearly visible flow/discharge from the nostrils; transparent to yellow/green and often of thick consistency</i>

**Table 2-2 (continued). Data collected for the assessment of the overall health score of dairy cows in a herd using the Welfare Quality® assessment protocol**

<b>Health measures</b>	<b>Type of raw data</b>	<b>Frequency calculation</b>	<b>Description of the method for collecting data</b>
Ocular discharge	Animal-based measure	Prevalence of ocular discharge observed on a sample of cows the day of the visit	Animal is observed without being touched. Assessed using this scale: <i>0: No evidence</i> <i>1: Evidence of clearly visible flow/discharge (wet or dry) from the eye, at least 3 cm long</i>
Hampered respiration	Animal-based measure	Prevalence of hampered respiration observed on a sample of cows the day of the visit	Animal is observed without being touched. Assessed using this scale: <i>0: No evidence</i> <i>1: Evidence of deep and labored respiration. Expiration mostly accompanied by pronounced sound</i>
Diarrhea	Animal-based measure	Prevalence of diarrhea observed on a sample of cows the day of the visit	Animal is observed without being touched. Assessed using this scale: <i>0: No evidence</i> <i>1: Evidence of loose watery manure on both sides of the tail. Area affected at least the size of a hand</i>
Vulvar discharge	Animal-based measure	Prevalence of vulvar discharge observed on a sample of cows the day of the visit	Animal is observed without being touched. Assessed using this scale: <i>0: No evidence</i> <i>1: Evidence of purulent effluent from the vulva or on the bottom side of the tail</i>

**Table 2-2 (continued). Data collected for the assessment of the overall health score of dairy cows in a herd using the Welfare Quality® assessment protocol**

Health measures	Type of raw data	Frequency calculation	Description of the method for collecting data
Milk somatic cell count	Farm records	Prevalence of cows with subclinical mastitis within the last 3 months	Cow milk somatic cell counts are obtained from individual milk records and assessed using this scale: <i>0: Somatic cell count below 400,000 cell/mL for the last 3 months</i> <i>1: Somatic cell count of 400,000 cell/mL or above at least once within the last 3 months</i>
Mortality	Farm records	Annual cumulative incidence of mortality	Defined as the number of dairy cows which died or were euthanized due to disease or accidents or were emergency slaughtered during the last 12 months. This number is divided by the yearly average number of dairy cows in the herd
Dystocia	Farm records	Annual incidence of dystocia	Defined as the number of calvings where major assistance was required in the herd during the last 12 months. This number is divided by the total number of calving over the year. Major assistance includes heavy traction, cesarean section and embryotomy according to the French system based on the farmer appraisal
Downer cows	Farm records	Annual cumulative incidence of downer cow syndrome	Defined as the number of cases of non-ambulatory cows in the herd during the last 12 months. This number is divided by the yearly average number of dairy cows
Disbudding/dehorning	Questionnaire		The farmer is asked about his or her management practices for disbudding/dehorning (procedures, use of anesthetics/analgesics)
Tail docking	Questionnaire		The farmer is asked about his or her mutilation management (procedures, use of anesthetics/analgesics)

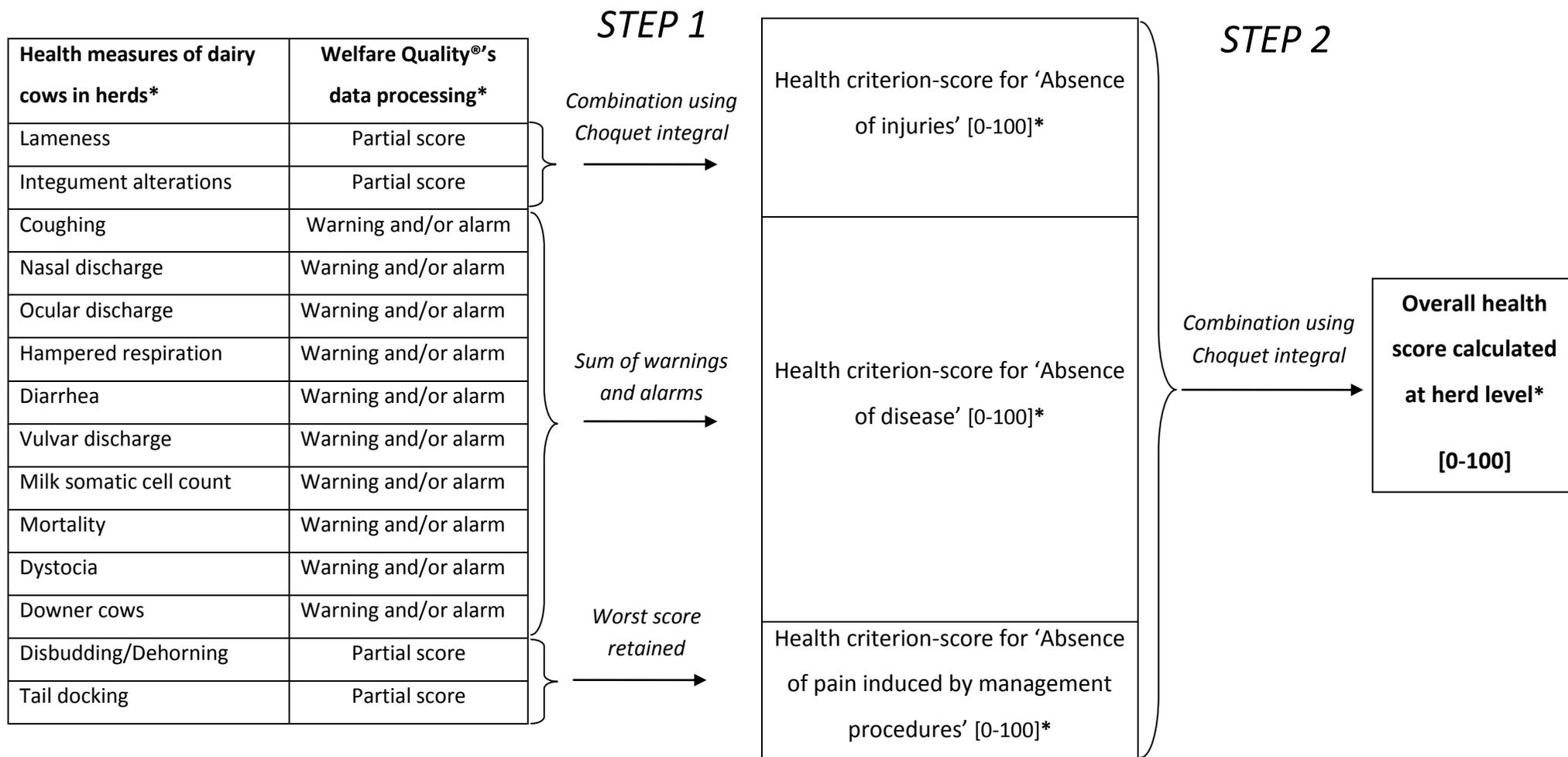
### **2.3.3. Calculation of the 'overall health score'**

Once all of the health measures were available, they were combined at the herd level to calculate health criterion-scores defined by experts ranging from 0 (worst) to 100 (excellent), respectively for 'Absence of injuries', 'Absence of diseases' and 'Absence of pain induced by management procedures' (**Figure 2-1. Step.1**). At each step of the calculation of the welfare scores (from measures to principles), thresholds and scores values ranking farms in terms of welfare were chosen according to the opinion of a selected group of 13 experts from animal sciences (veterinarians, ethologists, biologists and researchers) in order to mix expertise and potentially also value judgements (Botreau, 2008; Welfare Quality®, 2009). For the criterion 'Absence of injuries', after calculating partial scores for lameness and integument alterations according to the prevalence and severity of these injuries in the herd, these two scores were combined using a Choquet integral to obtain the final score for that criterion. For the criterion 'Absence of diseases', the final score was calculated by taking the sum of warnings and alarms obtained for each measure. The alarm threshold was defined for each disease as the minimum value above which a health action plan is required according to the experts' opinion; the warning threshold is half of the alarm threshold. Lastly, after attributing a partial score to disbudding/dehorning and tail docking, reflecting the appropriateness of procedures, the final score for the criterion 'Absence of pain induced by management procedures' corresponded to the worst partial score for these procedures.

In a final step, these three health criterion-scores were combined again using a Choquet integral to calculate the overall health score, which also ranged from 0 to 100 (**Figure 2-1. Step.2**). Indeed, experts made the choice of not to allow compensation between scores because they considered that a good health cannot be reached if one of the health measures is clearly impaired. Thus, the Choquet integral was used since it is a specific mathematical operator which allows to take into consideration both the interaction between criteria and the relative weight of each one to calculate an overall score (Labreuche and Grabisch, 2003). Therefore, this scoring system implies that herds obtaining a same overall health score can be affected by very different health disorders.

For more details, the full description of the method is detailed in the Welfare Quality® protocol available at <http://www.welfarequality.net/network/45848/7/0/40>.

**Figure 2-1. Methodology for the calculation of health criteria and overall scores at the farm level based on health measures collected on farms using the Welfare Quality® assessment protocol**



\*Based on experts' opinion

#### **2.3.4. Strategy of analysis**

In a first step, we described the distribution of the overall health scores, criterion-scores (for injuries, diseases and pain) and health measures using the survey analysis procedures (PROC SURVEYMEANS) of SAS (SAS®, version 9.2) that takes into account the sampling proportions. The scores for the overall health score, the three health criteria, and the four partial scores for lameness, integument alterations, dehorning and tail docking were then interpreted according to the three categories used in the Welfare Quality® assessment protocol to assess the overall health score: Good (score > 55), Moderate (55 ≥ score > 20) and Poor (score ≤ 20). As described above, measures related to the criterion 'Absence of diseases' are not interpreted according to scores in the Welfare Quality® assessment protocol, but with warnings and alarms. However, a similar interpretation of these health measures is proposed in the present study and was used in our analysis: Good: no warning or alarm for the measure in the herd; Moderate: at least one warning and no alarm; and Poor: at least one alarm.

In a second step, we investigated the factors of variation of the overall health score at the herd level through univariable and multivariable analyses of variance (ANOVA) using the PROC SURVEYREG of SAS. Firstly, the normal distribution of the dependant variable 'overall health score' was checked. The association between the 'overall health score' and a total of 13 explanatory variables was then tested through a univariable analysis of variance. These variables were initially selected because they are known or very likely to be associated with dairy cow health. Similar univariable analysis (PROC SURVEYREG of SAS) or chi-squared test for rare events (PROC SURVEYFREQ of SAS) were performed to identify the factors of variation of health measures in order to illustrate the relative influence of each one on the results from the overall health score. As none of the quantitative explanatory variables fulfilled the linearity of effect assumption with the 'overall health score', they were each grouped into classes according to quartiles of the distribution. Only variables associated with the 'overall health score' ( $P \leq 0.25$ ) in this initial screening step were included in the multivariable analysis. The association between the retained explanatory variables was also tested using the 'chi-squared test'. If two variables were highly correlated ( $P < 0.05$ ), the one with the lowest  $P$ -value in the univariable analysis or the one with the most biological plausible relationship was retained. The exceptions were milking system and housing

system, which were highly correlated ( $P < 0.0001$ ). We therefore decided to turn them into a single combined variable, “housing system-milking system”, because both were highly significant and biologically interesting. Careful attention was paid to the epidemiological plausibility before investigating interactions between explanatory variables. Indeed, interactions between the two variables ‘Breed’ and ‘Herd average milk production adjusted for breed’ and the variable ‘Milking system-Housing system’ were investigated under the assumption that the ability of cows to adapt to a given homogeneous system is related to their size and their behavior which in turn depend on their breed and milk production. The manual backward elimination of non-significant variables and interactions ( $P > 0.10$ ) then was used in the multivariable analysis. A  $P$ -value  $< 0.10$  was retained as indicator of statistical significance to take into account for the limited sample size and the exploratory approach of the study. The presence of confounders was investigated by checking that the estimates were not changed by more than 20% when a variable was withdrawn from the model. In the affirmative, the variable was then kept in the model.

The goodness of fit of the final model was assessed by graphical inspection of the residuals and by the Kolmogorov-Smirnov test to assess if the distribution of standardized residuals fitted with a standard normal distribution. The Kolmogorov-Smirnov test of the final model ( $P = 0.15$ ) was supplemented by a verification of skewness and kurtosis coefficients [-0.01; +0.39].

## **2.4. Results**

### ***2.4.1. Description of the study sample***

Of the 432 farmers contacted by phone, 131 (30%) were finally included in the study. The three main exclusion criteria were: (i) unavailability of the farmer during the study period, (ii) reluctance to a full day visit and (iii) incompatibility of the farm’s characteristics with the inclusion criteria (e.g. the farm had a tie-stall system, which were not included in the study). Complete data were available on 130 farms. One farm was excluded from the study because the farmer did not remember that his cows had to be in the barn at the time of the visit. The herd size ranged from 23 to 120 lactating cows (mean  $\pm$  S.D:  $52.2 \pm 17.2$ ). The 130 herds included a total of 6785 dairy cows, of which 4265 (62.8%) were submitted to individual health measures. The distribution of the herds according to the stratification

criteria is presented in **Table 2-3**. As planned, we visited on average 6 farms per stratum. Strata composed of AMS and small herds were not filled because this combination is very rare in France. Therefore, a total of 21 strata were filled, confirming our initial assumption that the stratification criteria chosen before the recruitment process represent the main components of the diversity of dairy herds in France today.

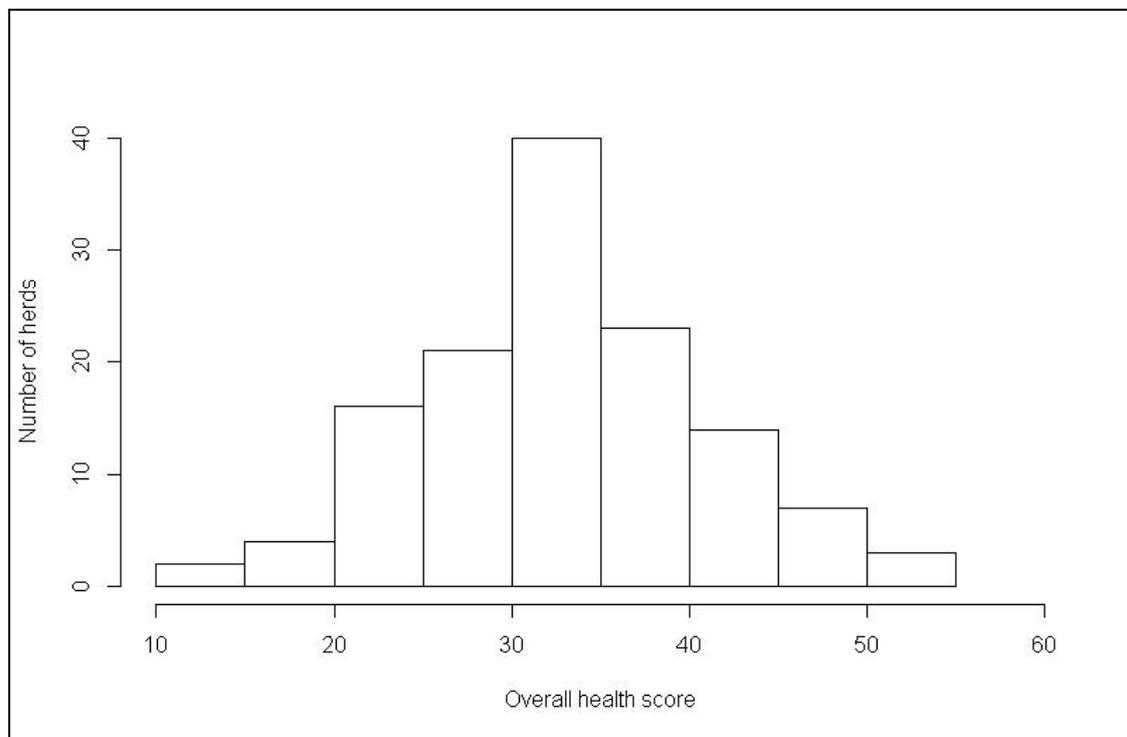
**Table 2-3. Description of the number of French dairy farms included per stratum during the study period (December 2010-March 2011)**

			Lowlands (N=65)		Highlands (N=65)	
			'small' herds (n<50)	'medium' herds (n≥50)	'small' herds (n<50)	'medium' herds (n≥50)
Straw yard (N=54)	Montbeliarde	Milking parlor	11	6	10	6
	Holstein	Milking parlor	7	5	5	5
Cubicles (N=76)	Montbeliarde	Milking parlor	5	6	8	8
	Montbeliarde	Automatic milking system	0	3	0	7
	Holstein	Milking parlor	7	6	8	5
	Holstein	Automatic milking system	1	8	0	4

## 2.4.2. Description of the distribution and qualitative assessment of the overall health score, health criterion-scores and health measures

### 2.4.2.1. Quantitative results

The overall health score varied from 13.9 to 54.2 in the sample (mean  $\pm$  S.D: 33.2  $\pm$  8.1) and half of the herds obtained a score greater or equal to 33 (**Figure 2-2.; Table 2-4.**)



**Figure 2-2. Distribution of the overall health score in 130 French dairy herds during the study period (December 2010-March 2011)**

Among the three criteria, 'Absence of injuries' obtained the best scores (median=54.6) and was the only criterion for which the maximum score of 100 was observed. The criteria 'Absence of diseases' and 'Absence of pain induced by management procedures' obtained a median score less than 50, respectively equal to 33.3 and 28.0. Between these two criteria, the highest variability was observed for the criterion 'Absence of diseases' (mean  $\pm$  S.D: 37.2  $\pm$  15.4). 'Absence of pain induced by management procedures' was the criterion with the lowest value (minimum value=2.0).

With regard to the 14 Welfare Quality® health measures, more than half of the herds experienced no case of severe lameness, increased respiratory rates, ocular discharge, diarrhea or vulvar discharge. In contrast, cases of subclinical mastitis and painful procedures for dehorning were noticed in all the herds.

#### *2.4.2.2. Qualitative assessment*

In terms of the three categories defined to assess the overall health score (Welfare Quality®, 2009), no herd was classified in the 'Good' category for the overall health score (score above 55), and the vast majority (95.4%) fell in the intermediate category, 'Moderate' (score between 21 and 55) (**Table 2-4.**).

Among the three criteria considered, 'Absence of injuries' was the only one for which almost 50.0% of herds were classified as 'Good'. In contrast, only 15.0% of herds scored 'Good' for the criterion 'Absence of diseases' and 2.0% for 'Absence of pain induced by management procedures'. Three measures mainly contributed to the lowering of the score for 'Absence of diseases': subclinical mastitis, nasal discharge and dystocia. The score for 'Absence of pain induced by management procedures' was the lowest due exclusively to inappropriate procedures for dehorning.

**Table 2-4. Distribution and qualitative assessment of the overall health score (in bold), health criterion-scores and health measures (in italics) in 130 French dairy herds during the study period (December 2010-March 2011)**

Variables	Mean [S.D]	Minimum	Quartile 1	Median	Quartile 3	Maximum	Qualitative assessment* (% of herds)		
							GOOD	MODERATE	POOR
<b>Overall health score</b>	<b>33.4 [8.1]</b>	<b>13.9</b>	<b>28.3</b>	<b>33.0</b>	<b>38.3</b>	<b>54.2</b>	<b>0.0</b>	<b>95.4</b>	<b>4.6</b>
Criterion-score 'Absence of injuries'	55.2 [21.5]	8.7	40.0	54.6	69.9	100.0	49.2	46.9	3.8
<i>Not lame cows (%)</i>	<i>85.4 [14.1]</i>	<i>26.9</i>	<i>79.3</i>	<i>89.7</i>	<i>93.9</i>	<i>100.0</i>	<i>66.9<sup>a</sup></i>	<i>31.5<sup>a</sup></i>	<i>1.5<sup>a</sup></i>
<i>Moderately lame cows (%)</i>	<i>11.7 [10.9]</i>	<i>0.0</i>	<i>3.4</i>	<i>9.2</i>	<i>17.1</i>	<i>48.6</i>			
<i>Severely lame cows (%)</i>	<i>2.9 [5.0]</i>	<i>0.0</i>	<i>0.0</i>	<i>0.0</i>	<i>3.6</i>	<i>34.6</i>			
<i>Cows with no lesion (%)</i>	<i>41.3 [30.2]</i>	<i>0.0</i>	<i>11.1</i>	<i>40.5</i>	<i>65.0</i>	<i>100.0</i>	<i>31.5<sup>b</sup></i>	<i>31.5<sup>b</sup></i>	<i>36.9<sup>b</sup></i>
<i>Cows with hairless patch but no lesion (%)</i>	<i>19.5 [16.4]</i>	<i>0.0</i>	<i>5.9</i>	<i>15.9</i>	<i>29.0</i>	<i>62.5</i>			
<i>Cows with at least one lesion (%)</i>	<i>39.2 [32.1]</i>	<i>0.0</i>	<i>10.0</i>	<i>33.3</i>	<i>62.2</i>	<i>100.0</i>			
Criterion-score 'Absence of diseases'	37.4 [15.5]	11.9	27.4	33.3	44.8	86.0	15.4	70.0	14.6
<i>Mortality (%)</i>	<i>3.3 [3.4]</i>	<i>0.0</i>	<i>1.0</i>	<i>2.0</i>	<i>5.0</i>	<i>17.0</i>	<i>54.7</i>	<i>19.2</i>	<i>26.1</i>
<i>Subclinical mastitis (%)</i>	<i>20.6 [9.3]</i>	<i>2.0</i>	<i>14.0</i>	<i>19.5</i>	<i>25.0</i>	<i>46.0</i>	<i>6.2</i>	<i>34.6</i>	<i>59.2</i>
<i>Vulvar discharge (%)</i>	<i>0.4 [1.4]</i>	<i>0.0</i>	<i>0.0</i>	<i>0.0</i>	<i>0.0</i>	<i>11.4</i>	<i>91.5</i>	<i>5.4</i>	<i>3.1</i>
<i>Dystocia (%)</i>	<i>5.8 [5.6]</i>	<i>0.0</i>	<i>2.0</i>	<i>5.0</i>	<i>8.0</i>	<i>25.0</i>	<i>33.1</i>	<i>23.8</i>	<i>43.1</i>
<i>Downer cows (%)</i>	<i>4.8 [4.5]</i>	<i>0.0</i>	<i>2.0</i>	<i>4.0</i>	<i>7.0</i>	<i>20.0</i>	<i>41.6</i>	<i>26.1</i>	<i>32.3</i>
<i>Diarrhea (%)</i>	<i>11.2 [19.8]</i>	<i>0.0</i>	<i>0.0</i>	<i>0.0</i>	<i>16.1</i>	<i>84.6</i>	<i>62.3</i>	<i>7.7</i>	<i>30.0</i>
<i>Frequency of coughing (/cow/15 min)</i>	<i>0.1 [0.1]</i>	<i>0.0</i>	<i>0.0</i>	<i>0.1</i>	<i>0.2</i>	<i>0.9</i>	<i>100.0<sup>c</sup></i>	<i>0.0<sup>c</sup></i>	<i>0.0<sup>c</sup></i>
<i>Cows with increased respiratory rate (%)</i>	<i>0.0 [0.3]</i>	<i>0.0</i>	<i>0.0</i>	<i>0.0</i>	<i>0.0</i>	<i>2.8</i>			
<i>Cows with nasal discharge (%)</i>	<i>16.4 [15.5]</i>	<i>0.0</i>	<i>2.4</i>	<i>14.5</i>	<i>28.6</i>	<i>58.3</i>	<i>34.6<sup>d</sup></i>	<i>7.7<sup>d</sup></i>	<i>57.7<sup>d</sup></i>
<i>Cows with ocular discharge (%)</i>	<i>2.8 [6.1]</i>	<i>0.0</i>	<i>0.0</i>	<i>0.0</i>	<i>3.0</i>	<i>45.7</i>			
Criterion-score 'Absence of pain induced by management procedures'	32.8 [12.6]	2.0	28.0	28.0	28.0	75.0	2.3	83.8	13.8
<i>Partial score for disbudding/dehorning</i>	<i>32.8 [12.5]</i>	<i>2.0</i>	<i>28.0</i>	<i>28.0</i>	<i>28.0</i>	<i>75.0</i>	<i>2.3</i>	<i>83.8</i>	<i>13.8</i>
<i>Partial score for tail-docking<sup>#</sup></i>	<i>99.1 [9.5]</i>	<i>3.0</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>100.0</i>	<i>99.2</i>	<i>0.0</i>	<i>0.8</i>

\* Good: score > 55 or no warning or alarm for the measure; Medium: 55 ≤ score < 20 or at least one warning and no alarm for the measure; Poor: score ≤ 20 or at least one alarm for the measure.

<sup>a</sup>Assessment for partial score for lameness; <sup>b</sup>Assessment for partial score for integument alterations; <sup>c</sup>Assessment for respiratory problems (coughing and increased respiratory rate measures);

<sup>d</sup>Assessment for ocular and respiratory area (nasal discharge and ocular discharge measures).

<sup>#</sup> All herds obtained a partial score for tail-docking equal to 100 excepted one which obtained a partial score of 3.

### **2.4.3. Factors of variation of the overall health score and its components**

Among the 13 explanatory variables tested, 12 were selected ( $P \leq 0.25$ ) with a variation of the overall health score during the univariable step (**Table 2-5.**). Of these 12 variables, 2 (average housing duration per year and cumulative housing duration at the day of visit) were not included in the multivariable analysis because they were highly correlated to 'farm location' and 'milking system-housing system'. Finally, 10 variables and 2 interactions ('Breed\*Milking system-housing system' and 'Herd average milk production adjusted on breed\*Milking system-Housing system') were included in the multivariable analysis.

Six variables and two interactions were retained in the final multivariable model (**Table 2-6.**). The overall health score was better in herds with the following criteria: milking parlor and straw yard ( $P < 0.0001$ ), a proportion of dirty cows lower than or equal to 65% ( $P = 0.002$ ), Montbeliarde breed ( $P = 0.006$ ), an average parity between 2 and 2.5 for Holstein and between 2.5 and 3 for Montbeliarde ( $P = 0.03$ ), location in highlands ( $P = 0.013$ ) and a proportion of cows with an abnormal body condition score (either too fat or too lean) lower than or equal to 35% ( $P = 0.04$ ). The two interactions retained showed that the overall health score was better in herds with straw yard regardless their breed and their average milk production. However, the presence of cubicles was associated with a decrease of the overall health score, especially for higher-yielding herds ( $P = 0.06$ ). Moreover, the presence of AMS was associated with the lowest overall health score in Holstein herds ( $P = 0.03$ ).

**Table 2-5. Univariable associations between explanatory variables and the overall health score in 130 French dairy herds during the study period (December 2010-March 2011)**

Explanatory variables (N=13)	Category	N farms	Average overall health score [S.D]	P-value
<b>Stratification criteria (N=4):</b>				
Breed*	Montbeliarde	70	35.0 [7.4]	0.016
	Holstein	60	31.5 [8.6]	
Farm location*	Highlands	65	34.5 [8.3]	0.053
	Lowlands	65	31.8 [7.6]	
Milking system-Housing system*	Milking parlor-Straw yard	54	36.6 [7.3]	0.0002
	Milking parlor-Cubicles	53	32.1 [7.9]	
	AMS-Cubicles	23	28.9 [8.1]	
Herd size*	<50 cows	61	34.4 [7.3]	0.16
	≥50 cows	69	32.4 [8.7]	
<b>Welfare Quality® measures collected through the Welfare Quality® protocol (N=5):</b>				
Average indoor housing duration per year*	≤105 days	24	31.1 [7.6]	0.05
	105-135 days	26	32.9 [6.7]	
	136-165 days	45	35.8 [8.5]	
	>165 days	26	31.0 [8.7]	
Herd score for absence of prolonged thirst*	<20	33	35.0 [6.6]	0.19
	20-99	58	32.1 [8.7]	
	100	39	33.7 [8.8]	
Proportion of cows with abnormal body condition score per herd*	≤35%	94	34.1 [8.2]	0.09
	>35%	36	31.4 [7.8]	
Proportion of dirty cows per herd <sup>a*</sup>	≤65%	20	37.6 [7.9]	0.01
	>65%	110	32.6 [8.0]	
Herd score for positive emotional state	≤34	32	34.2 [7.5]	0.60
	35-49	34	32.4 [9.9]	
	50-67	34	32.4 [7.9]	
	>67	30	34.4 [7.3]	
<b>Measures related to herd management practices (N=4):</b>				
Herd average milk production adjusted for breed* (kg/lactation)*	HO <sup>b</sup> : ≤10200; MB <sup>b</sup> : ≤8000	96	33.9 [8.4]	0.14
	HO <sup>b</sup> : >10200; MB <sup>b</sup> : >8000	32	31.6 [7.2]	
Herd average parity adjusted for breed*	HO <sup>b</sup> : ≤2; MB <sup>b</sup> : ≤2.5	13	30.7 [9.4]	0.11
	HO <sup>b</sup> : ]2-2.5]; MB <sup>b</sup> : ]2.5-3]	75	34.6 [8.5]	
	HO <sup>b</sup> : >2.5; MB <sup>b</sup> : >3	42	31.9 [6.7]	
Cumulative indoor housing duration at the day of visit*	≤165 days	96	34.4 [8.3]	0.015
	>165 days	32	30.6 [7.1]	
Proportion of cows per herd with days in milk >200 at the day of visit*	≤38%	32	36.2 [7.3]	0.016
	>38%	98	32.4 [8.2]	

<sup>a</sup> Proportion of cows per herd with at least a dirty body part among the three taken into account in the Welfare Quality® protocol (hind legs, udder, flank/upper legs).

<sup>b</sup>HO: Holstein; MB: Montbeliarde.

\*Variables selected for multivariable model (P ≤0.25).

**Table 2-6. Final multivariable model for variables associated with a variation of the overall health score (R<sup>2</sup>=0.37) in 130 French dairy herds during the study period (December 2010-March 2011)**

Variables	Adjusted means 'Overall health score'	95% CI	P-value
Breed			0.006
<i>Montbeliarde</i>	34.4	[31.8-37.0]	
<i>Holstein</i>	31.3	[28.6-33.9]	
Farm location			0.013
<i>Highlands</i>	34.5	[31.5-37.4]	
<i>Lowlands</i>	31.2	[28.7-33.7]	
Milking system-Housing system			<0.0001
<i>Milking parlor-straw yard</i>	38.4	[35.9-41.0] <sup>a</sup>	
<i>Milking parlor-cubicles</i>	29.9	[26.6-33.2] <sup>b</sup>	
<i>AMS-cubicles</i>	30.1	[26.8-33.5] <sup>b</sup>	
Herd average parity adjusted on breed			0.03
<i>HO: ≤2; MB: ≤2.5</i>	30.6	[26.4-34.8] <sup>a</sup>	
<i>HO: ]2-2.5]; MB: ]2.5-3]</i>	35.4	[32.9-37.9] <sup>b</sup>	
<i>HO: &gt;2.5; MB: &gt;3</i>	32.4	[29.3-35.6] <sup>a</sup>	
Proportion of cows with abnormal body condition score per herd			0.04
≤35%	34.3	[32.0-36.7]	
>35%	31.4	[28.2-34.5]	
Proportion of dirty cows per herd			0.002
≤65%	36.1	[32.0-40.2]	
>65%	29.6	[27.7-31.4]	
Herd average milk production adjusted for breed (kg/lactation)			0.81
<i>HO: ≤10200; MB: ≤8000</i>	32.7	[30.1-35.2]	
<i>HO: &gt;10200; MB: &gt;8000</i>	33.0	[30.1-35.9]	
Breed*Milking system-Housing system			0.03
<i>Montbeliarde*Milking parlor-straw yard</i>	38.2	[35.0-41.3] <sup>a</sup>	
<i>Montbeliarde*Milking parlor-cubicles</i>	31.0	[27.3-34.8] <sup>b</sup>	
<i>Montbeliarde*AMS-cubicles</i>	33.9	[29.9-38.0] <sup>ab</sup>	
<i>Holstein*Milking parlor-straw yard</i>	38.7	[35.4-42.1] <sup>a'</sup>	
<i>Holstein*Milking parlor-cubicles</i>	28.8	[25.0-32.6] <sup>b'</sup>	
<i>Holstein*AMS-cubicles</i>	26.3	[22.6-30.1] <sup>b'</sup>	
Herd average milk production adjusted for breed*Milking system-Housing system			0.06
<i>HO: ≤10200; MB: ≤8000*Milking parlor-straw yard</i>	37.4	[34.5-40.2] <sup>a</sup>	
<i>HO: ≤10200; MB: ≤8000*Milking parlor-cubicles</i>	32.0	[28.8-35.1] <sup>b</sup>	
<i>HO: ≤10200; MB: ≤8000*AMS-cubicles</i>	28.6	[24.6-32.6] <sup>b</sup>	
<i>HO: &gt;10200; MB: &gt;8000*Milking parlor-straw yard</i>	39.5	[35.9-43.1] <sup>a'</sup>	
<i>HO: &gt;10200; MB: &gt;8000*Milking parlor-cubicles</i>	27.8	[22.8-32.8] <sup>b'</sup>	
<i>HO: &gt;10200; MB: &gt;8000*AMS-cubicles</i>	31.7	[27.8-35.6] <sup>b'</sup>	

<sup>a, b</sup> For each variable, modalities values with significant differences ( $P < 0.10$ ); modalities values with no significant differences ( $P > 0.10$ )

Some of these variables were also associated with the frequency of the health measures (**Table 2-7.**). Indeed, the prevalence of lameness and integument lesions were higher in herds with cubicles and with a proportion of cows with an abnormal body condition score higher than 35%. Moreover, cows had more integument lesions in Holstein herds. The incidence of mortality was higher in herds with the following criteria: Holstein breed, location in Highlands, with AMS and cubicles, an average parity higher than 2.5 for Holstein and higher than 3 for Montbeliarde, and a proportion of cows with an abnormal body condition score higher than 35%. Regarding subclinical mastitis, the prevalence was higher in Holstein herds, in herds with an average parity higher than 2 for Holstein and higher than 2.5 for Montbeliarde and in herds with a proportion of dirty cows higher than 65%.

**Table 2-7. Univariable associations between factors of variation of the overall health score and the frequency of health measures per herd in 130 French dairy herds during the study period (December 2010-March 2011)**

Variables	Lameness*	Integument lesions*	Mortality	Subclinical mastitis	Vulvar discharge	Dystocia	Downer cows	Diarrhea	Coughing	Increased respiratory rate	Nasal discharge	Ocular discharge
Breed <sup>b</sup>	- <sup>a</sup>	HO>MB	HO>MB	HO>MB	-	-	HO>MB	-	-	-	-	HO>MB
Farm location <sup>c</sup>	-	-	HI>LO	-	-	-	-	-	-	-	LO>HI	LO>HI
Milking system-Housing system <sup>d</sup>	MP-C, AMS-C>MP-S	MP-C, AMS-C>MP-S	AMS-C>MP-S	-	-	-	-	AMS-C>MP-S	AMS-C>MP-C	-	AMS-C>MP-S	-
Herd average parity adjusted on breed <sup>e</sup>	-	-	3>2	3,2>1	-	-	-	-	-	-	-	-
Proportion of cows with abnormal body condition score per herd <sup>f</sup>	H>L	H>L	H>L	-	-	-	-	-	H>L	-	-	H>L
Proportion of dirty cows per herd <sup>g</sup>	-	-	-	H>L	-	-	-	H>L	-	-	H>L	H>L

\*Percentage of lame cows including moderately and severely lame; Percentage of cows with lesion including hairless patches and lesions

<sup>a</sup> Not significant (P>0.10)

<sup>b</sup> MB, Montbeliarde; HO, Holstein

<sup>c</sup> HI: Highlands; LO: Lowlands

<sup>d</sup> 1: Milking Parlor-Straw Yard; 2: Milking Parlor-Cubicles; 3: Automatic Milking System-Cubicles

<sup>e</sup> 1: Holstein ≤2, Montbeliarde ≤2.5; 2: Holstein ]2-2.5], Montbeliarde ]2.5-3]; 3: Holstein >2.5, Montbeliarde >3

<sup>f</sup> L: Low (≤35%); H: High (>35%)

<sup>g</sup> L: Low (≤65%); H: High (>65%)

## **2.5. Discussion**

The first objective of our study was to describe the distribution of health scores that were derived from the Welfare Quality® assessment protocol in French dairy herds. To the best of our knowledge, this is the first study aiming to describe the overall health of dairy cows at such a scale in a country. The farms were randomly sampled from exhaustive lists and were classified into strata selected to represent the main sustainable dairy systems in France. Our results are thus assumed to be representative of overall health in French dairy herds, but have to be confirmed in other areas or breeds. We did not investigate tie-stall farms, which are scarce in France. Further studies in other countries where the tie-stall system is predominant would be advisable. In order to avoid that the willingness of the farmers to participate in the study as well as their behavior during the visit were affected by the objective of the study, the farmers were told that the study aimed at better understanding cows' comfort and describing housing equipment when they were contacted by phone. Thus, the vast majority of refusals were motivated by two reasons: (i) the farmers could not receive us for a full day during the study period, (ii) we rejected the participation of farmers when their stratum was already filled. Despite our recruitment method based on a dummy objective, we cannot exclude a putative selection bias as in any epidemiological study.

The Welfare Quality® assessment protocol allows an overall assessment of health based on a combination of different measures considered by experts of welfare as impairing welfare. In humans, Health is defined as a state of complete physical, mental and social well-being, not merely negatively as the absence of diseases or infirmity (World Health Organization, 1946). Through the Welfare Quality® protocol, we can consider that the same components in terms of both physical and mental painful conditions are taken into account such as injuries, physical painful diseases and also those inducing stressful conditions as downer cows and painful procedures such as dehorning. Thus, the most frequent health disorders in dairy cows (mastitis, lameness, dystocia, downer cow syndrome, diarrhea, metritis) are investigated (Fourichon et al., 2001b) through this protocol, but it also takes into account uncommon health measures such as bovine respiratory disorders in adults (cough, nasal discharge and hampered respiration) which are usually considered mainly in

relation to calves. All of the health disorders considered are likely to produce pain, which makes them very relevant when assessing animal welfare. For instance, while the classic threshold reported in the literature for subclinical mastitis is 200,000 cell/mL (Schepers et al., 1997; Brolund, 1985), the choice was made by experts to consider a higher threshold (400,000 cell/mL) in the Welfare Quality® assessment protocol to focus on subclinical mastitis supposed to induce pain (Eshraghi et al., 1999; Milne et al., 2003). In the same way, while lameness is usually considered as a disease, in this protocol, this health disorder is associated with the prevalence of integument alterations to indicate the presence of pain related to injuries. Management procedures for disbudding/dehorning are also considered to assess the pain related to these practices. Therefore, the implementation of the Welfare Quality® assessment protocol on farms during a single one-day visit allows an accurate overall assessment of health based on a large set of classical and unconventional measures of disorders likely to induce pain.

The prevalence that we found for most of the health disorders investigated were in the range of the data reported in the literature. For example, our result for dystocia (5.7%) is close to that published in France (6.6%, Fourichon et al., 2001b) and in Ireland (2-7%, Mee, 2008). The annual cumulative incidence of mortality in this study (3.2%) corresponds to that reported in many countries (1-5%, Thomsen and Houe, 2006). The average percentage of lame cows per herd (14.7%) is lower than that published in the UK (22%, Whay et al., 2003). For other diseases, it is difficult to make further comparisons with the literature due to different diagnostic methods. As an example, a threshold of 400,000 cells/mL was retained to estimate the prevalence of subclinical mastitis while a threshold of 200,000 cells/mL is classically found in the literature. However, in our sample, an average of 20.6% of cow somatic cell count readings were above or equal to 400,000 cells/mL which is consistent with the findings of Madouasse et al. (2010) in which 17.1% of cow somatic cell count were above this threshold. Regarding vulvar discharge, our present findings cannot be compared with prevalence reported in the literature which are focused on metritis and not only on vulvar discharge (Bruun et al., 2002). Finally, the scarcity of studies investigating bovine respiratory disorders in adult cows does not allow a comparison with our results. However, among the possible comparisons, the similarities between the frequencies of health disorders found in the present study and those of studies conducted elsewhere in Europe support the validity

of our results and measures. Despite these similarities, a moderate overall health score was obtained on 95.4% of the farms visited. Although greater variation was observed among measures, the overall score varied little between farms (ranged 13.9 to 54.2) due to the way this score is calculated in the Welfare Quality® assessment protocol. The calculations are also designed in such a way that the overall score is always closer to the minimum value of the lowest criterion-scores (Welfare Quality®, 2009), corresponding to 'Absence of pain induced by management procedures' in our study.

When moderate and poor categories were combined, the worst assessments were obtained for pain induced by disbudding/dehorning and some health disorders (subclinical mastitis, dystocia). In the Welfare Quality® assessment protocol, two different approaches were used by experts to produce the assessment of pain induced by management procedures and the assessment of disease. The assessment of pain induced by management procedures was based on the recommendations of a panel of experts regarding the data to take into account when assessing pain induced by human intervention. The data obtained are not frequencies but qualitative answers to questions such as the method used to disbud/dehorn or whether anesthetics and/or analgesics are used. In our sample, only 2.3% of the herds were classified as "good" for this criterion. This result is partly explained by the fact that current French regulations do not allow farmers to use local anesthesia while disbudding in calves is performed essentially by farmers (Kling-Eveillard et al., 2009). However, the use of analgesics is not forbidden and the implementation of Nonsteroidal Anti-Inflammatory Drugs (NSAIDs) should be promoted among farmers. The assessment of disease is more difficult than the assessment of pain because it is hard to say what should be considered to be an acceptable number of diseased cows in a herd. The thresholds for alerts and alarms were defined in Welfare Quality® by a panel of experts which included veterinarians before the protocol was implemented on a large sample. The threshold for alarms corresponds to the percentage of diseased animals that triggers the implementation of a health plan on a farm. It could be that these Welfare Quality®' thresholds are not really suitable to allow achievable goals of improvement. Indeed, in the present study, the implementation of the Welfare Quality® assessment protocol provides a description of the health disorders that seems in accordance with previous reports in the literature, both in France and elsewhere. However, over 50% of the herds surpassed the threshold level

(requiring intervention) for two measures (subclinical mastitis and nasal discharge), and 25% of the herds for six measures (subclinical mastitis and nasal discharge plus mortality, dystocia, downer cows and diarrhea). It would be interesting to compare our results with those from other European countries. Indeed, if these results are similar between countries, this would imply that a health control plan is required for a considerable number of farms, which would be very expensive to implement in practice. Moreover, at farm level, when we apply a health control plan which aims to reduce the percentage of diseased cows until the low Welfare Quality® alarm threshold under the assumption of its technical feasibility, we cannot be sure that the benefit provided by the improvement would balance the health control plan cost in all cases. Another approach would be to test the relevance of these alarm thresholds by looking at the distribution of the frequency of diseases after the implementation of the Welfare Quality® protocol in a large sample to target a smaller proportion of farms in which herd health programs could be effectively implemented (e.g. frequency of diseased cows above the 3<sup>rd</sup> quartile). A similar approach was suggested by Fourichon et al (2001b). Therefore, this protocol is just one way of looking at the level of health based on the opinion of a selected group of experts. It cannot be excluded that the consultation of other experts may have resulted in a different conception of health and therefore in different weighting of the measures, leading to different health scores. However, within the Welfare Quality® protocol, there was a low variability between the scores given by experts from a specific data set (Veissier et al., 2010). Unfortunately, sensitivity analysis to examine how the experts' values change in response to different scenarios in farms and to possibly adjust the parameters of the Welfare Quality®'s integration model were not conducted by the developers of the method.

The second objective of the study was to investigate the putative factors of variation in overall health score. Despite the low variability of the overall health score in the sample resulting from the non-compensatory principle, several factors of variation were identified. As expected, the combination, 'housing system-milking system' was the factor that showed the greatest variation in the overall health score in the sample. The score was better in herds equipped with straw yards and milking parlors independently of the herd average milk production. However, the reduction of the overall health score in herds equipped with cubicles especially in higher-yielding herds and therefore potentially in herds with the larger

cows suggest that the larger a cow is, the more the available space in the cubicle is limited and the more the adaptation of the animal in this housing system is difficult. These results are in accordance with previous studies reporting that cubicle dimensions and design influence the health of dairy cows and therefore should be considered together with cow size to prevent health disorders (Zurbrigg et al., 2005). While contradictory results have been obtained for cubicles and straw yards in the literature, with some studies finding less lameness and integument alterations in straw yards (Haskell et al., 2006; Webster, 2002; Livesey et al., 2002), and less mastitis in cubicles (Fregonesi and Leaver, 2001; Bareille et al., 1998), our results suggest that overall health is significantly better in straw yards mainly due to a lower frequency of lameness, integument alterations, mortality, diarrhea and nasal discharge. Further investigations should be carried out to determine if scores of other welfare component (linked to housing, feeding, and behavior) are also better in straw yards compared with cubicles. If this is the case, the important development of cubicles currently taking place in France in response to increasing herd sizes should be reconsidered. Furthermore, overall health scores varied within the same housing system (cubicles), with a trend for lower scores obtained in herds with AMS compared with milking parlors. Several factors associated with AMS could explain this result: a reduction of the grazing period, known for reducing the level of health (Regula et al., 2004) by increasing the risk for lameness (Smits et al., 1992 ; Gitau et al., 1996) and mastitis (Bendixen et al., 1986). However, a farmer using such an automatic system could be able to detect earlier diseases by detecting changes within the individual cow (Jacobs and Siegford, 2012), and particularly mastitis. However, this milking system is often adopted in large farms in which the time devoted to animal observation may be reduced (Fahey et al., 2002). Further investigations should be undertaken to confirm our result.

Interestingly, Holstein cows were less healthy than Montbeliardes in herds equipped with AMS. The Holstein breed was also found to be associated with a lower score for overall health. This result and the results at the health measure level in this study are in agreement with the literature in which Holsteins are reported to be at higher risk for many diseases investigated through the Welfare Quality® assessment protocol, such as subclinical mastitis (Busato et al., 2000), integument alterations (Potterton et al., 2011) and mortality (Thomsen et al., 2006). The higher risk for other diseases in Holsteins such as dystocia (Heins et al.,

2006) and lameness (Faye and Barnouin, 1988) have been reported by previous authors but have not been identified in this study. The Holstein breed is the most specialized in milk production whereas Montbeliarde breed has a dual purpose (Walsh et al., 2008). Our results therefore support the relationship advanced by previous studies showing that high genetic merit for milk is associated with higher disease susceptibility (Pryce and Veerkamp, 2001; Dematawewa and Berger, 1998).

Some management practices were also found to be associated with different overall health scores. As expected, a lower overall health score was observed in herds with a higher proportion of dirty cows. Indeed, our results at the health measure level are in accordance with previous studies reporting that dirtiness is a risk factor for mastitis (Schreiner and Ruegg, 2003; Reneau et al., 2005; Sant'Anna and Paranhos da Costa, 2011). The higher risk for lameness has also been reported in others studies (Cook and Nordlund, 2009; Relun et al., 2012). In addition, lower scores for overall health were observed in herds with a higher proportion of cows with an abnormal condition score (either too fat or too lean). At the measure level, our results support previous studies indicating that cows which are too fat or too lean are more likely to be lame (Gearhart et al., 1990; Bicalho et al., 2009). Moreover, other publications have reported that such an abnormal condition score is also associated with dystocia (Zaborski et al., 2009), elevated somatic cell counts (Breen et al., 2009), and that lean cows are more at risk for metritis (Heuer et al., 1999; Hoedemaker et al., 2009). Standard recommendations focused on hygiene and good feeding practices therefore could contribute to an overall improvement of health.

Interestingly, the overall health score was lower in 'young herds', i.e. herds with an average parity below 2.5 for Montbeliardes and below 2 for Holsteins. The opposite result could have been expected given the fact that primiparous cows are at a higher risk only for dystocia (Heins et al., 2006) and metritis (Bruun et al., 2002; Ghavi Hossein-Zadeh and Ardalan, 2011), while multiparous cows are at a higher risk for several diseases such as mastitis (Steeneveld et al., 2008; Breen et al., 2009) as shown our results, lameness (Groehn et al., 1992), milk fever (Erb et al., 1985) and in addition mortality as demonstrated in this study. Furthermore, a farmer may decide to increase the culling rate to only keep healthy cows. Given our findings, we can assume that herds with a high proportion of primiparous cows face a high culling rate, particularly the anticipated culling of primiparous or second lactation cows. This

could be the sign of herds with a high prevalence of several diseases, even in primiparous cows. The average parity of a herd therefore might be used as an indicator for the detection of farms with health problems.

The percentage of variability explained by our model ( $R^2=0.37$ ) suggested that some factors, such as factors specific to the farm itself, play an important role in the overall health score of a herd. Within the same system, different farmers will manage routine practices differently, leading to heterogeneous results in terms of health and production performances (Faye, 1991). This suggests that the farmer is at least as important as the system itself (Regula et al. 2004; Dawkins et al., 2004).

## **2.6. Conclusion**

This study shows that the overall health of dairy cows, defined by an assessment based on experts' opinion, was moderate but ranged with the farming system. Indeed, the health score was higher in herds housed in a straw yard, milked in a parlor, located in highlands, or in which the dominant breed is Montbeliarde, compared respectively to herds housed in cubicles, milked by a AMS, located in lowlands, or in which the dominant breed is Holstein. In addition, within farming systems, a high early culling rate, a high proportion of dirty cows or of cows which were either too fat or too lean, were factors associated with lower overall health scores. Due to a high variability of the health score within a given system, these findings suggest that the improvement of health in the short term can be obtained through the modification of routine management practices in all types of farming systems. Over the longer term, such study results could be used to guide the choice of dairy production systems by promoting those associated with a better health status.

## **Acknowledgments**

We thank Danone Research for their financial support of this work. We are also very grateful to farmers involved in this study and to 9 Animal Health Services for providing list of farms. Eric Delval (INRA, Saint-Genès Champanelle, France), Christophe Mallet (INRA, Saint-

Genès Champanelle, France) and Rémi Debauchez (ISARA, Lyon, France) are gratefully acknowledged for their help in data collection, as Jean-Yves Audiart (ONIRIS, Nantes, France) and Didier Billon (ONIRIS, Nantes, France) for their contribution with data entry. Finally, we thank Anne Lamadon, Yoan Gaudron and Pascal Champciaux (INRA, Saint-Genès Champanelle, France) for their contribution in this study regarding the calculation of health scores and Aurélien Madouasse (ONIRIS, Nantes, France) for reviewing the English of this manuscript.

## **References**

Bareille, N., Seegers, H., Fourichon, C., Beaudeau, F., Malher, X., 1998. Survenue et expression des mammites cliniques et subcliniques en troupeaux bovins laitiers : facteurs de risque liés à la conception et à l'utilisation du bâtiment, (Housing as risk factor for clinical and subclinical mastitis in dairy herds). In Rencontre Recherche Ruminants symposium n°5, Paris, France, pages 297-300.

Bendixen, P. H., Vilson, B., Ekesbo, I., Astrand, D. B., 1986. Disease frequencies of tied zero-grazing dairy cows and of dairy cows on pasture during summer and tied during winter. *Prev. Vet. Med.* 4, 291-306.

Bicalho, R. C., Machado, V. S., Caixeta, L. S., 2009. Lameness in dairy cattle: a debilitating disease or a disease of debilitated cattle? A cross-sectional study of lameness prevalence and thickness of the digital cushion. *J. Dairy Sci.* 92, 3175-3184.

Botreau, R., 2008. Evaluation multicritère du bien-être animal. Exemples des vaches laitières en ferme. PhD thesis, Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (Agro Paris Tech), 436 pages.

Breen, J. E., Bradley, A. J., Green, M. J., 2009. Quarter and cow risk factors associated with a somatic cell count greater than 199,000 cells per milliliter in United Kingdom dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92, 3106-3115.

Brolund, L., 1985. Cell counts in bovine milk: causes of variation and applicability for diagnosis of subclinical mastitis. *Acta. Vet. Scand.* 80, 1-123.

Bruun, J., Ersboll, A. K., Alban, L., 2002. Risk factors for metritis in Danish dairy cows. *Prev. Vet. Med.* 54, 179-190.

Busato, A., Trachsel, P., Schällibaum, M., Blum, J. W., 2000. Udder health and risk factors for subclinical mastitis in organic dairy farms in Switzerland. *Prev. Vet. Med.* 44, 205-220.

Cook, N. B., Nordlund, K. V., 2009. The influence of the environment on dairy cow behavior, claw health and herd lameness dynamics. *Vet. J.* 179, 360-369.

Dawkins, M. S., Donnelly, C. A., Jones, T. A., 2004. Chicken welfare is influenced more by housing conditions than by stocking density. *Nature*. 427, 342-344.

Dematawewa, C. M., Berger, P. J., 1998. Genetic and phenotypic parameters for 305-days yield, fertility, and survival in Holsteins. *J. Dairy Sci.* 81, 2700-2709.

EFSA Reports., 2009. Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare on a request from European Commission on welfare of dairy cows. Effects of farming systems on dairy cow welfare and disease. *EFSA Journal*. 1143, 1-38.

Erb, H. N., Smith, R. D., Oltenacu, P. A., Guard, C. L., Hillman, R. B., Powers, P. A., Smith, M. C., White, M. E., 1985. Path model of reproductive disorders and performance, milk fever, mastitis, milk yield, and culling in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 68, 3337-3349.

Eshraghi, H. R., Zeitlin, I. J., Fitzpatrick, J. L., Ternent, H., Logue, D., 1999. The release of bradykinin in bovine mastitis. *Life Sci.* 64, 1675-1687.

European Commission. 2005. Attitudes of Consumers Towards the Welfare of Farmed Animals. *Spec Eur*, vol.229. [http://ec.europa.eu/food/animal/welfare/euro\\_barometer\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/food/animal/welfare/euro_barometer_en.pdf).

Fahey, J., O'Sullivan, K., Crilly, J., Mee, J. F., 2002. The effect of feeding and management practices on calving rate in dairy herds. *Anim. Reprod. Sci.* 74, 133-150.

Farm Animal welfare Council. 1992. FAWC updates the five freedoms. *Vet. Rec.* 17, 357.

Faye, B., 1991. Interrelationships between health status and farm management system in French dairy herds. *Prev. Vet. Med.* 12, 133-152.

Faye, B., Barnouin, J., 1988. Les boiteries chez la vache laitière. Synthèse des résultats de l'enquête écopathologique continue. *INRA Prod. Anim.* 1, 227-234.

Fourichon, C., Seegers, H., Beaudeau, F., Verfaille, L., Bareille, N., 2001a. Health-control costs in dairy farming systems in western France. *Livest. Prod. Sci.* 68, 141-156.

Fourichon, C., Beaudeau, F., Bareille, N., Seegers, H., 2001b. Incidence of health disorders in dairy farming systems in western France. *Livest. Prod. Sci.* 68, 157-170.

Fregonesi, J. A., Leaver, J. D., 2001. Behaviour, performance and health indicators of welfare for dairy cows housed in strawyard or cubicle systems. *Livest. Prod. Sci.* 68, 205-216.

Gearhart, M. A., Curtis, C. R., Erb, H. N., Smith, R. D., Sniffen, C. J., Chase, L. E., Cooper, M. D., 1990. Relationship of changes in condition score to cow health in Holsteins. *J. Dairy Sci.* 73, 3132-3140.

Ghavi Hossein-Zadeh, N., Ardalán, M., 2011. Cow-specific risk factors for retained placenta, metritis and clinical mastitis in Holstein cows. *Vet. Res. Comm.* 35, 345-354.

Gitau, T., McDermott, J. J., Mbiuki, S. M., 1996. Prevalence, incidence and risk factors for lameness in dairy cattle in small scale farms in kikuyu Division, Kenya. *Prev. Vet. Med.* 28, 101-115.

Green, L. E., Hedges, V. H., Schukken, Y. H., Blowey, R. W., Packington, A. J., 2002. The impact of clinical lameness on the milk yield of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 85, 2250-2256.

Groehn, J. A., Kaneene, J. B., Foster, D., 1992. Risk factors associated with lameness in lactating dairy cattle in Michigan. *Prev. Vet. Med.* 14, 77-85.

Haskell, M. J., Rennie, L. J., Howell, V. A., Bell, M. J., Lawrence, A. B., 2006. Housing system, milk production, and zero-grazing effects on lameness and leg injury in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89, 4259-4266.

Heins, B. J., Hansen, L. B., Seykora, A. J., 2006. Calving difficulty and stillbirths of pure Holsteins versus crossbreeds of Holstein with Normande, Montbeliarde, and Scandinavian Red. *J. Dairy Sci.* 89, 2805-2810.

Heuer, C., Schukken, Y. H., Dobbelaar, P., 1999. Postpartum body condition score and results from first test day milk as predictors of disease, fertility, yield and culling in commercial dairy herds. *J. Dairy Sci.* 82, 295-304.

Hoedemaker, M., Prange, D., Gundelach, Y., 2009. Body condition change ante- and postpartum, health and reproductive performance in German Holstein cows. *Reprod. Domestic. Anim.* 44, 167-173.

Jacobs, J. A., Siegford, J. M., 2012. Invited review: The impact of automatic milking systems on dairy cow management, behavior, health, and welfare. *J. Dairy Sci.* 95, 2227-2247.

Kling-Eveillard, F., Dockès, A. C., Ribaud, D., Mirabito, L., 2009. Cattle dehorning in France: farmers' practices and attitudes. In *Rencontre Recherche Ruminants symposium n°16*, Paris, France, pages 249-252.

Knierim, U., Winckler, C., 2009. On-farm welfare assessment in cattle: validity, reliability and feasibility issues and future perspectives with special regard to the Welfare Quality® approach. *Anim. Welfare.* 18, 451-458.

Labreuche, C., Grabisch, M., 2003. The Choquet integral for the aggregation of interval scales in multicriteria decision making. *Fuzzy. Set. Syst.* 137, 11-26.

Livesey, C. T., Marsh, C., Metcalf, J. A., Laven, R. A., 2002. Hock injuries in cattle kept in straw yards or cubicles and rubber mats or mattresses. *Vet. Rec.* 150, 677-679.

Madouasse, A., Huxley, J. N., Browne, W. J., Bradley, A. J., Green, M. J., 2010. Somatic cell counts dynamics in a large sample of dairy herds in England and Wales. *Prev. Vet. Med.* 96, 56-64.

Mee, J. F., 2008. Prevalence and risk factors for dystocia in dairy cattle. A review. *Vet. J.* 176, 93-101.

Milne, M. H., Nolan, A. M., Cripps, P. J., Fitzpatrick, J. L., 2003. Assessment and alleviation of pain in dairy cows with clinical mastitis. *Cattle Pract.* 11, 289-294.

Potterton, S. L., Green, M. J., Harris, J., Millar, K. M., Whay, H. R., Huxley, J. N., 2011. Risk factors associated with hair loss, ulceration, and swelling at the hock in freestall-housed UK dairy herds. *J. Dairy Sci.* 94, 2952-2963.

Pryce, J. E., Veerkamp, R. F., 2001. The incorporation of fertility indices in genetic improvement programmes. *Br. Soc. Anim. Sci.* 26, 237-249.

R Development Core Team., 2009. R version 2.10.1.: A language and environment for statistical computing. R foundation for statistical computing, Vienna, Austria. Accessible on the network website: <http://www.R-project.Org>.

Regula, G., Danuser, B., Spycher, B., Wechler, B., 2004. Health and welfare of dairy cows in different husbandry systems in Switzerland. *Prev. Vet. Med.* 66, 247-264.

Relun, A., Lehébel, A., Bareille, N., Guatteo, R., 2012. Estimation using survival analysis on the relative impact of treatment and management factors on the occurrence of digital dermatitis in dairy cattle. In the Society for Veterinary Epidemiology and Preventive Medicine (SVEPM). Glasgow.

Reneau, J. K., Seykora, A. J., Heins, B. H., Endres, M. I., Farnsworth, R. J., Bey, R. F., 2005. Association between hygiene scores and somatic cell scores in dairy cattle. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 227, 1297-1301.

Sant'Anna, A. C., Paranhos da Costa, M. J. R., 2011. The relationship between dairy cow hygiene and somatic cell count in milk. *J. Dairy Sci.* 94, 3835-3844.

Schepers, A. J., Lam, T. J. G. M., Schukken, Y. H., Wilmink, J. B. M., Hanekamp, W. J. A., 1997. Estimation of variance components for somatic cell counts to determine thresholds for uninfected quarters. *J. Dairy Sci.* 80, 1833-1840.

Schreiner, D. A., Ruegg, P. L., 2003. Relationship between udder and leg hygiene scores and subclinical mastitis. *J. Dairy Sci.* 86, 3460-3465.

Seegers, H., Fourichon, C., Beaudeau, F., 2003. Production effects related to mastitis and mastitis economics in dairy cattle herds. *Vet. Res.* 34, 475-491.

Smits, M. C. J., Frankena, K., Metz, J. H. M., Noordhuizen, J. P. T. M., 1992. Prevalence of digital disorders in zero-grazing dairy farms. *Livest. Prod. Sci.* 32, 231-244.

Steenefeld, W., Hogeveen, H., Barkema, H. W., Van den Broek, J., Huirne, R. B. M., 2008. The influence of cow factors on the incidence of clinical mastitis in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 91, 1391-1402.

Thomsen, P. T., Houe, H., 2006. Dairy cow mortality. A review. *Vet. Q.* 28, 122-129.

Thomsen, P. T., Kjeldsen, A. M., Sorensen, J. T., Houe, H., Ersboll, A. K., 2006. Herd-level risk factors for the mortality of cows in Danish dairy herds. *Vet. Rec.* 158, 622-626.

Veissier, I., Botreau, R., Perny, P., 2010. Evaluation multicritère appliquée au bien-être des animaux en ferme ou à l'abattoir : difficultés et solutions du projet Welfare Quality®. INRA Prod. Anim. 3, 269-284.

Von Keyserlingk, M. A. G., Rushen, J., de Passillé, A. M., Weary, D. M., 2009. Invited review : The welfare of dairy cattle-Key concepts and the role of science. J. Dairy Sci. 92, 4101-4111.

Walsh, S., Buckley, F., Pierce, K., Byrne, N., Patton, J., Dillon, P., 2008. Effects of breed and feeding system on milk production, body weight, body condition score, reproductive performance, and postpartum ovarian function. J. Dairy Sci. 91, 4401-4413.

Webster, A. J. F., 2002. Effect of housing practices on the development of food lesions in dairy heifers in early lactation. Vet. Rec. 151, 9-12.

Welfare Quality®, 2009. Welfare Quality® assessment protocol for cattle., Lelystad., the Netherlands. Accessible on the network website: <http://www.welfarequality.net/network/45848/7/0/40>

Whay, H. R., Main, D. C. J., Green, L. E., Webster, A. J. F., 2003. Assessment of the welfare of dairy cattle using animal-based measurements: Direct observations and investigation of farm records. Vet. Rec. 153, 197-202.

Whay, H. R., Waterman, A. E., Webster, A. J. F., 1997. Associations between locomotion, claw lesions and nociceptive threshold in dairy heifers during the peri-partum period. Vet. J. 154, 155-161.

World Health Organization, 1946. "The Preamble of the Constitution of the World Health Organization". Bull. World Health Organ. 80, 981-982.

Zaborski, D., Grzesiak, W., Szatkowska, I., Dybus, A., Muszynska, M., Jedrzejczak, M., 2009. Review article: Factors affecting dystocia in cattle. Reprod. Domestic. Anim. 44, 540-551.

Zurbrigg, K., Kelton, D., Anderson, N., Millman, S., 2005. Tie-stall design and its relationship to lameness, injury, and cleanliness on 317 Ontario dairy farms. J. Dairy Sci. 88, 3201-32.



# Chapitre 3. Évaluation de la possibilité d'optimiser l'utilisation des données collectées au sein du protocole Welfare Quality® : Application aux boiteries





## **1. Valeur informative des données du protocole Welfare Quality® pour discriminer les boiteries de longue durée des boiteries de courte durée au cours d’une visite ponctuelle**

### **1.1. Introduction**

Les boiteries constituent un problème majeur en élevage bovin laitier. Compte tenu de leurs répercussions négatives sur les performances de production laitière (Fourichon et al., 1999 ; Green et al., 2002 ; Enting et al., 1997), de reproduction (Fourichon et al., 2000 ; Morris et al., 2011), et de longévité (Booth et al., 2004), elles représentent le troisième trouble de santé en termes d’impact économique après les troubles de la reproduction et les mammites. Leur prévalence moyenne dans les troupeaux mesurée au cours d’une visite ponctuelle est estimée à 20-25% (Whay et al., 2003 ; Brulé et al., 2010). Les boiteries sont également reconnues comme une source importante de douleur et d’inconfort pour les vaches et constituent donc une atteinte majeure à leur bien-être (EFSA, 2009). La persistance d’une boiterie dépend à la fois de l’affection podale présente (dermatite digitée, fourchet, ...) et de la détection / prise en charge des vaches boiteuses par les éleveurs. Afin de réduire efficacement leur prévalence au sein des troupeaux, des mesures appropriées doivent être mises en place. La mise en œuvre de mesures préventives seules peut se révéler insuffisante face à des boiteries qui persistent dans le temps (Shearer et Van Amstel, 2000). Dans cette situation, des mesures curatives basées sur un renforcement des protocoles de détection et de traitement doivent également être recommandées afin d’optimiser la guérison des vaches atteintes. En routine, les interventions de diagnostic-conseil s’opèrent souvent au cours de visites ponctuelles au cours desquelles il est difficile d’estimer l’antériorité de la boiterie observée. Alors que de nombreux outils ont été développés ces dernières années pour détecter la présence de boiteries et graduer leur intensité (Manson et Leaver, 1988 ; Sprecher et al., 1997), aucun d’entre eux n’informe sur l’ancienneté de la boiterie observée. Du fait de la douleur et l’inconfort qu’elle procure, nous pouvons supposer que la boiterie va entraîner une dégradation de l’état général de l’animal (par exemple : perte d’état corporel, présence de lésions sur la peau dues à un temps de couchage plus important, diminution de l’état de propreté), et que cette dégradation va être d’autant plus marquée que la boiterie va persister.

L’objectif de cette étude était ainsi d’évaluer la valeur informative de certains indicateurs basés sur des observations détaillées de l’état des animaux pour discriminer les vaches atteintes de boiteries de longue durée de celles atteintes de boiteries de courte durée au cours d’observations ponctuelles du troupeau.

## **1.2. Matériel et Méthodes**

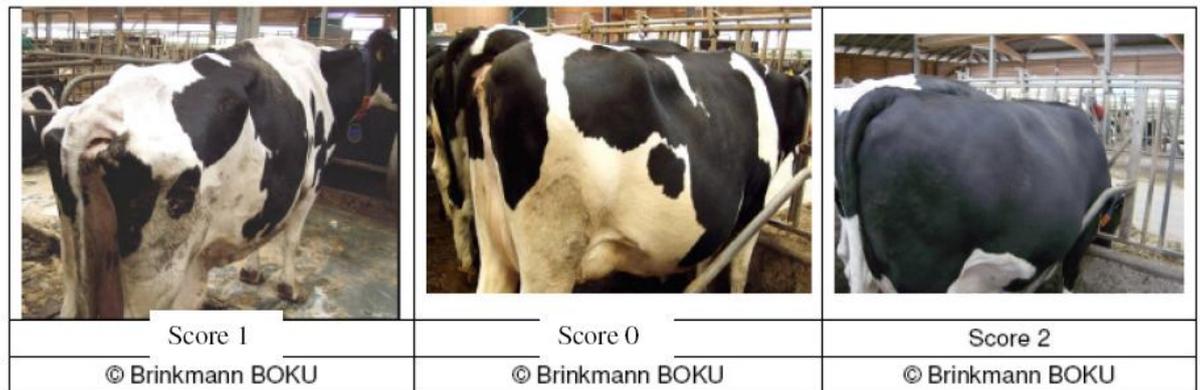
### **1.2.1. Population d’étude**

Cette étude a été réalisée dans 10 exploitations bovines laitières situées dans l’Ouest de la France. Pour être incluses, les exploitations devaient présenter les caractéristiques suivantes : (1) une prévalence de boiterie au moins égale à 20% sur les derniers mois, quelle que soit la nature des lésions podales, (2) une majorité de vaches de race Prim’Holstein afin d’homogénéiser la notation de l’état corporel, (3) une courte durée de pâturage par an afin de pouvoir réaliser le suivi sur des animaux en stabulation, (4) être équipées d’un système de cornadis (nécessaire pour l’observation des vaches), (5) être adhérent au contrôle laitier et (6) en système en logettes (logement associé à une prévalence plus importante de boiterie (Haskell et al., 2006)).

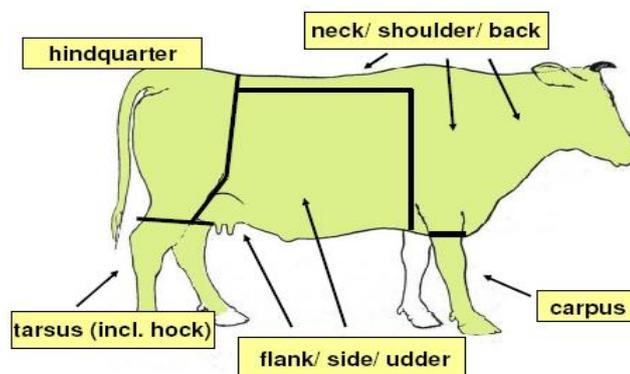
### **1.2.2. Collecte des données**

Les 10 exploitations ont été visitées 7 fois à raison d’une visite toutes les 3 semaines entre février et juillet 2012. Les données ont été collectées par 5 observateurs préalablement formés à la méthode de notation à l’aide de deux séances de photos et de vidéos. Ces séances ont également permis de vérifier la concordance de la notation intra- et inter-observateurs. Au cours de chaque visite, un score de locomotion allant de 1 (absence de boiterie) à 5 (boiterie sévère) (grille de Thomsen et al., 2008) a été attribué à chaque vache. Une boiterie était définie à partir du score 3 : démarche irrégulière, ligne du dos arquée à l’arrêt et en déplacement, sans capacité pour l’observateur de distinguer le(s) membre(s) affecté(s). Parmi les mesures sanitaires prises en compte dans le protocole d’évaluation du bien-être Welfare Quality® (Welfare Quality®, 2009), nous avons sélectionné celles pouvant être utilisées pour discriminer une boiterie de longue durée d’une boiterie de courte durée (note d’état corporel, état de propreté, altérations de la peau). Ainsi, au cours

de chaque visite, les indicateurs sanitaires suivants ont été relevés sur chaque vache en lactation : une note d’état corporel en 3 classes (0 : normal ; 1 : maigre ; 2 : gras ; **Figure 3-1.**), l’état de propreté de la mamelle ainsi que des membres postérieurs et du quartier postérieur (**Figure 3-2.**), et enfin le nombre d’altérations de la peau (absence de poils – **Figure 3-3.** ; lésions corporelles– **Figure 3-4.** ; épaissements cutanés – **Figure 3-5.**) présentes sur les membres antérieurs, postérieurs et le quartier postérieur (**Figure 3-2.**).



**Figure 3-1.** Illustration de l’échelle de notation de l’état corporel des vaches Holsteins selon le protocole Welfare Quality® (Welfare Quality®, 2009)



**Figure 3-2.** Localisation des régions à observer pour le relevé de l’état de propreté et des altérations tégumentaires selon le protocole Welfare Quality® (Welfare Quality®, 2009)

Au cours du suivi, l’ensemble de ces indicateurs a été relevé sur un seul et même côté de l’animal (côté droit). Les données individuelles relatives au rang et au stade de lactation ont été extraites à partir des données de contrôles laitiers. Ce sont ainsi 13 indicateurs qui étaient relevés par animal.

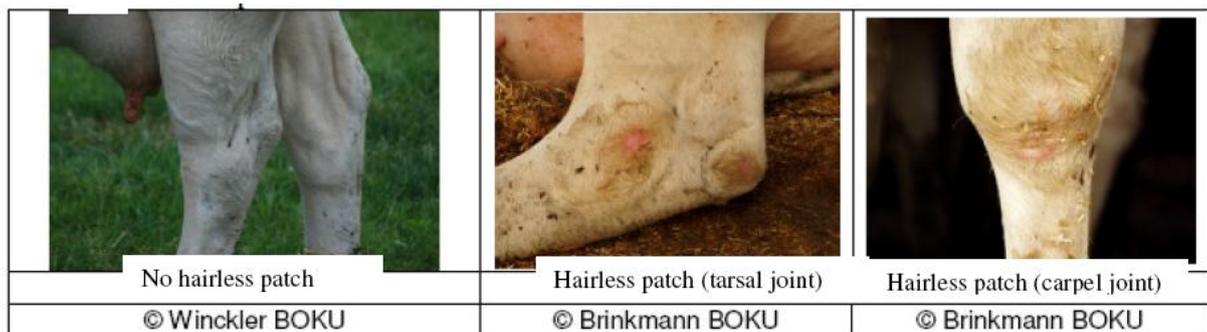


Figure 3-3. Illustration de l’échelle de notation de l’absence de poils selon le protocole Welfare Quality® (Welfare Quality®, 2009)



Figure 3-4. Illustration de l’échelle de notation des lésions corporelles selon le protocole Welfare Quality® (Welfare Quality®, 2009)



Figure 3-5. Illustration de l’échelle de notation des épaissements cutanés selon le protocole Welfare Quality® (Welfare Quality®, 2009)

### 1.2.3. Analyse des données

En préambule, la concordance des notations inter-observateurs et intra-observateur a été évaluée à l’aide des coefficients de kappa.

L’objectif de l’étude étant d’identifier des indicateurs permettant de discriminer une boiterie de longue durée d’une boiterie de courte durée, il a fallu dans un premier temps sélectionner dans notre échantillon des boiteries dont on connaissait la durée. Pour cela, les observations à chaque visite ont été codées (0 : absence de boiterie ; 1 : présence de boiterie) et des profils ont été construits (exemple de vache boiteuse de la visite 4 à 6 : 0001110). Ne sachant pas depuis combien de temps les vaches observées boiteuses au cours de la première visite étaient dans cet état, les profils débutant par une boiterie et pour lesquels il n’y a pas eu de guérison suivie d’une nouvelle boiterie n’ont pas été retenus (ex : 1111110). Afin d’optimiser la probabilité que les mesures sanitaires observées sur une vache boiteuse soient effectivement associées à la durée de la boiterie observée et non à une boiterie précédente, seules les observations de boiterie précédées d’au moins 2 observations sans boiterie ont été retenues (exemple de profil retenu : **00**11110 ; exemple de profil non retenu : **0**111110). Ce choix a été fait suivant l’hypothèse que les indicateurs associés à la boiterie pouvaient ne pas persister au-delà de deux visites (soit un intervalle de 6 à 9 semaines) après un épisode de boiterie. Cette sélection a ensuite permis de distinguer les observations de boiterie de longue durée et de courte durée dans notre échantillon. Les boiteries observées pendant 1 ou 2 visites consécutives étaient considérées comme de courte durée ; celles observées pendant au moins 3 visites consécutives comme de longue durée. Après avoir défini les boiteries de courte durée et de longue durée, les mesures sanitaires pouvant être utilisées pour les discriminer ont été sélectionnées. Dans un premier temps, celles peu présentes dans l’échantillon ( $\leq 1\%$ ) ont été exclues. Les mesures sanitaires très dépendantes de troupeaux, de numéros de visite, de parités ou de stades de lactation particuliers ont également été exclues. A partir des indicateurs restants, la combinaison d’une Analyse des Correspondances Multiples (ACM) et d’une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) a permis de dégager des groupes typologiques pouvant caractériser les boiteries de longue durée et de courte durée sur la base des indicateurs. Ensuite, la proportion de boiteries de longue durée et de courte durée au sein de ces catégories a été comparée à l’aide de tests de chi deux, afin de dégager un nombre restreint d’indicateurs d’intérêt. Étant donné le fort déséquilibre d’effectif de boiteries de courte et de longue durée, ces analyses ont été effectuées sur un échantillon de boiteries de courte durée tiré aléatoirement au sein du jeu de données. La représentativité de cet échantillon par rapport à l’échantillon total sur la base des indicateurs a été préalablement vérifiée. Enfin, la valeur

informative des indicateurs retenus pour discriminer une boiterie de longue durée d’une boiterie de courte durée a été évaluée en calculant leur sensibilité (Se) (aptitude du/des indicateur(s) utilisé(s) à détecter toutes les boiteries de longue durée) et leur spécificité (Sp) (aptitude du/des indicateur(s) utilisé(s) à ne détecter que les boiteries de longue durée) sur le jeu de données complet. Dans un premier temps, ces calculs ont été effectués indicateur par indicateur, puis sur des combinaisons d’indicateurs. Pour les indicateurs combinés, la combinaison des indicateurs était considérée comme positive si au moins l’un d’entre eux était présent, et négative lorsque tous les indicateurs étaient absents. Les indicateurs présentant les meilleures valeurs de Se ont d’abord été combinés, puis ceux présentant les meilleures valeurs de Sp, et enfin ceux présentant à la fois les meilleures valeurs de Se et de Sp. La valeur prédictive positive (VPP) (probabilité que lorsque le(s) indicateur(s) utilisé(s) est(sont) présent(s), la vache soit réellement boiteuse de longue durée) et négative (VPN) (probabilité que lorsque le(s) indicateur(s) utilisé(s) est(sont) absent(s), la vache ne soit pas boiteuse de longue durée) des indicateurs présentant la meilleure valeur informative ont également été calculées pour la prévalence observée et sur une gamme de prévalence attendue. Toutes les analyses ont été réalisées à l’aide du logiciel SAS (Statistical Analysis System) version 9.2.

### **1.3. Résultats**

La méthode de notation présentait une bonne concordance inter-observateurs et intra-observateur, avec un coefficient de kappa moyen pour l’ensemble des mesures respectivement égal à 0,67 (min =0,51; max=1,0) et 0,93 (min=0,76; max=1,0).

#### ***1.3.1. Description de l’échantillon d’étude***

L’effectif moyen des troupeaux était de 85 vaches (min=47, max=131). Au total, 871 vaches ont été observées entre 1 et 7 fois. Parmi elles, 57 n’ont jamais boité, 736 ont boité au moins une fois et 95 ont boité sur l’ensemble du suivi. Les résultats ont ainsi confirmé le caractère potentiellement durable des boiteries en montrant l’existence de vaches boiteuses durant au moins 5 mois. Après la sélection des profils d’intérêt, un total de 570 observations provenant de 312 vaches boiteuses a été retenu. Parmi ces observations, 109 (19%) correspondaient à des boiteries de longue durée (soit 64 vaches) et 461 (81%) à des boiteries de courte durée (soit 312 vaches).

### 1.3.2. Valeur informative des indicateurs

Sur les 13 indicateurs sanitaires collectés, 12 ont été inclus dans les analyses. Au final, 7 indicateurs permettant de discriminer les groupes de boiterie de longue durée et de courte durée ont été retenus (**Table 3-1.**). Parmi les indicateurs testés de façon élémentaire, une note d’état corporel égale à 1 (maigre) et une absence de poils aux membres postérieurs ont présenté la meilleure Se (0,53 et 0,50 respectivement). Par ailleurs, les indicateurs présentant la meilleure Sp étaient la présence d’au moins une lésion aux membres antérieurs et d’au moins une lésion au quartier postérieur. Au final, l’observation d’une note d’état corporel de 1 (maigre) était l’indicateur présentant la meilleure valeur informative en considérant à la fois les valeurs de Se et de Sp (meilleur index de Youden).

**Table 3-1. Sensibilité et spécificité des indicateurs élémentaires du protocole Welfare Quality® pour détecter les vaches boiteuses de longue durée**

Indicateurs élémentaires	Se	Sp
Note d'état corporel de 1 (maigre)	0,53	0,63
Absence(s) de poils aux membres postérieurs	0,50	0,50
Absence(s) de poils aux membres antérieurs	0,37	0,64
Epaississement(s) cutané(s) aux membres postérieurs	0,20	0,86
Absence(s) de poils au quartier postérieur	0,19	0,82
Lésion(s) aux membres antérieurs	0,08	0,92
Lésion(s) au quartier postérieur	0,07	0,90

Les 7 combinaisons réalisées n’ont pas amélioré la valeur informative par rapport à l’utilisation des meilleurs indicateurs élémentaires seuls (**Table 3-2.**).

Les VPP et VPN ont été calculées pour les 2 indicateurs élémentaires qui présentaient les meilleures Se et Sp (**Table 3-3.**), et ce pour la prévalence observée de boiterie de longue durée (20%) et pour une large gamme de prévalence attendue. Les VPP étaient assez semblables et relativement faibles. Ainsi, pour une prévalence de boiterie de longue durée de 20%, lorsque ces indicateurs étaient présents, les vaches boiteuses étaient réellement boiteuses de longue durée dans 19% à 25% des cas ; en leur absence, elles ne l’étaient effectivement pas dans 81 à 85% des cas. Lorsque la prévalence atteint 50% dans le troupeau, la VPP atteint des valeurs de 50 à 59%.

**Table 3-2. Sensibilité et spécificité des indicateurs combinés du protocole Welfare Quality® pour détecter les vaches boiteuses de longue durée**

Indicateurs combinés	Se	Sp
Note d'état corporel de 1 (maigre) <i>ou</i> Absence(s) de poils aux membres postérieurs	0,73	0,31
Note d'état corporel de 1 (maigre) <i>ou</i> Absence(s) de poils aux membres postérieurs <i>ou</i> Absence(s) de poils aux membres antérieurs	0,78	0,21
Note d'état corporel de 1 (maigre) <i>ou</i> Absence(s) de poils aux membres postérieurs <i>ou</i> Absence(s) de poils aux membres antérieurs <i>ou</i> Epaissement(s) cutané(s) aux membres postérieurs	0,79	0,20
Lésion(s) aux membres antérieurs <i>et</i> Lésion(s) au quartier postérieur	0,11	0,90
Lésion(s) aux membres antérieurs <i>et</i> Lésion(s) au quartier postérieur <i>et</i> Epaissement(s) cutané(s) aux membres postérieurs	0,28	0,78
Lésion(s) aux membres antérieurs <i>et</i> Lésion(s) au quartier postérieur <i>et</i> Epaissement(s) cutané(s) aux membres postérieurs <i>et</i> Absence(s) de poils au quartier postérieur	0,35	0,68
Note d'état corporel de 1 (maigre) <i>ou</i> Lésion(s) aux membres antérieurs	0,55	0,57

**Table 3-3. Calcul des VPP et VPN des indicateurs du protocole Welfare Quality® les plus informatifs sur la prévalence observée de boiterie de longue durée (20%) et sur une gamme de prévalence attendue**

Indicateurs élémentaires et combinés	10%	20%	30%	40%	50%
Note d'état corporel de 1 (maigre)					
VPP	0,14	<b>0,25</b>	0,38	0,49	0,59
VPN	0,92	<b>0,85</b>	0,76	0,67	0,57
Lésion(s) aux membres antérieurs					
VPP	0,10	<b>0,19</b>	0,30	0,40	0,50
VPN	0,90	<b>0,81</b>	0,70	0,60	0,50

## 1.5. Discussion

L’originalité de cette étude a tout d’abord été de décrire l’état sanitaire des vaches boiteuses et non boiteuses au cours d’une enquête longitudinale, puis d’évaluer la valeur informative des indicateurs collectés pour discriminer les boiteries de longue durée des boiteries de courte durée. Pour cela, il a donc fallu définir un ‘gold standard’ de boiterie de longue et de courte durée. La difficulté pour comptabiliser le nombre d’observations de

boiterie de longue et de courte durée était de ne pas savoir combien de temps les indicateurs associés à une boiterie persistent dans le temps. Le risque était que les mesures sanitaires observées sur une vache boiteuse ne soient pas associées à la durée de la boiterie observée mais à une boiterie précédente. Il nous fallait donc évaluer la persistance des indicateurs associés à une boiterie de longue durée et à une boiterie de courte durée chez les vaches guéries en fin de suivi. Malheureusement, le faible effectif de vaches non boiteuses initialement, devenant boiteuses et ayant guéri ne nous a permis d’effectuer cette analyse. La valeur informative des indicateurs pour discriminer une boiterie de longue durée d’une boiterie de courte durée a donc uniquement été évaluée en considérant que les boiteries observées pendant au moins 3 visites consécutives étaient de longue durée. Cette valeur informative pourrait être différente et reste donc à évaluer en considérant comme boiteries de longue durée celles observées pendant au moins 4 visites consécutives ou plus. Cependant, nous pouvons supposer qu’un allongement de la durée de la boiterie va induire une augmentation de la Se mais une diminution de la Sp de l’indicateur ‘Lésion(s) aux membres antérieurs’ étant donné qu’une certaine durée de boiterie est probablement nécessaire pour induire leur apparition. La probabilité pour que ces indicateurs se retrouvent chez des vaches atteintes de boiterie de courte durée sera ainsi supérieure en considérant comme courtes des boiteries observées jusqu’à 3 visites consécutives.

Les résultats de cette étude ont mis en évidence que la seule observation d’une vache boiteuse maigre (note d’état corporel de 1) pouvait permettre de repérer les vaches atteintes de boiteries de longue durée. Ce résultat est compatible avec celui de Huxley (2013) qui avait rapporté que la boiterie entraînerait une diminution de la note d’état corporel consécutive à une baisse d’ingestion, elle-même reliée à une réduction du temps passé à se déplacer. Cependant, cet indicateur présente une Se modeste (0,53) dans notre échantillon, ce qui signifie qu’une vache boiteuse de longue durée sur 2 est maigre. En revanche, la Sp est meilleure (0,63). Cependant, on aurait pu s’attendre à encore de meilleures valeurs de Se et de Sp de cet indicateur. Ceci peut s’expliquer par le fait qu’une note d’état corporel faible est à la fois une cause et une conséquence de la boiterie chez les vaches laitières (Mülling and Greenough, 2006 ; Manson et Leaver, 1989).

Les altérations de la peau, essentiellement les lésions et les épaissements cutanés, ont présenté une Sp assez élevée (0,86 à 0,92). Ce résultat était attendu car la boiterie tend

à entraîner une augmentation du temps passé couché. Ainsi, les vaches boiteuses de longue durée vont être davantage exposées aux surfaces des logettes, celles-ci étant associées à la présence de blessures, particulièrement lorsqu'elles sont revêtues d'un sol bétonné (Haskell et al., 2006). En revanche, les altérations de la peau ont présenté une faible Se dans notre échantillon. Ceci peut être lié d'une part, au fait que ces indicateurs ont été peu observés au cours du suivi et, d'autre part, au fait qu'une certaine durée de boiterie est probablement nécessaire pour induire leur apparition. Ainsi, le suivi n'a probablement pas été suffisamment long pour que ces indicateurs apparaissent en conséquence d'une boiterie de longue durée.

Les indicateurs retenus ici pour discriminer une boiterie de longue durée d'une boiterie de courte durée présentent l'avantage d'être collectés lors de l'application du protocole Welfare Quality® et qu'ils ne demandent qu'à être interprétés sur les vaches boiteuses. Dans les troupeaux à forte prévalence de boiterie, l'objectif est de ne pas passer à côté d'une vache boiteuse de longue durée, c'est donc bien un outil de diagnostic avec une Se élevée que l'on recherche. Les indicateurs proposés avec une Se assez élevée, ont une faible Sp ce qui conduit à des VPP faibles. En effet, avec une prévalence de boiterie de longue durée de 20%, les VPP de nos indicateurs étaient de 20-25% dans notre échantillon, ce qui conduit à beaucoup d'erreur lors du classement.

Une piste d'amélioration qui pourrait être testée en priorité est celle d'une connaissance plus précise des indicateurs utilisés. On peut en effet faire l'hypothèse d'une sensibilité accrue si le niveau de détérioration de l'indicateur est moins prononcé (par exemple un état corporel plus élevé) et, *a contrario*, d'une meilleure spécificité pour des indicateurs très dégradés (lésions de grande taille, gonflements importants, ...).

## 1.6. Conclusion

Cette enquête longitudinale, réalisée dans des troupeaux confrontés à des problèmes de boiterie, a permis de confirmer l'existence à la fois de boiteries persistantes et non persistantes en élevage. Elle a également permis d'explorer l'intérêt des indicateurs sanitaires individuels relevés dans le protocole Welfare Quality® pour différencier les

boiteries de longue durée des boiteries de courte durée au cours d’une visite ponctuelle en conditions d’élevage. Cependant, les indicateurs potentiels manquent soit de sensibilité soit de spécificité, ce qui ne permet pas une distinction claire de ces deux types de boiterie. Dans le point suivant, nous vérifierons l’hypothèse selon laquelle une connaissance plus précise des indicateurs utilisés permet de mieux discriminer les vaches atteintes de boiterie de longue durée de celles atteintes de boiterie de courte durée.

## 2. Article ‘Indicateurs sanitaires associés à la durée d’une boiterie chez les vaches laitières’

**Authors: Maud Coignard <sup>a,b,\*</sup>, Raphaël Guatteo <sup>a,b</sup>, Isabelle Veissier <sup>c,d</sup>, Anne Lehébel <sup>a</sup>, Nathalie Bareille <sup>a,b</sup>**

<sup>a</sup> INRA, UMR 1300 Biology, Epidemiology and Risk Analysis in Animal Health, CS 40706, F-44307 Nantes, France

<sup>b</sup> LUNAM Université, Oniris, Nantes-Atlantic College of Veterinary Medicine, Food Sciences and Engineering, UMR BioEpAR, F-44307 Nantes, France

<sup>c</sup> Université de Lyon, VetAgro Sup, UMR 1213 Herbivores, F-69280 Marcy L’Etoile, France

<sup>d</sup> INRA, UMR 1213 Herbivores, F-63122 Saint-Genès-Champanelle, France

### **Rencontre Recherches Ruminants, article soumis le 30 Août 2013**

**La rédaction de la partie précédente (1. Valeur informative des données du protocole Welfare Quality® pour discriminer les boiteries de longue durée des boiteries de courte durée au cours d’une visite ponctuelle) a été reprise et mise à jour concernant les parties 2.3.2. Collecte des données, 2.4.2. Valeur informative des indicateurs, 2.5. Discussion et 2.6. Conclusion (les parties identiques ont été grisées pour éviter une lecture redondante)**

#### **2.1. Résumé**

L’objectif de cette étude était d’évaluer la valeur informative d’indicateurs basés sur des observations détaillées de l’état des animaux pour discriminer les vaches atteintes de boiteries de longue durée de celles atteintes de boiteries de courte durée au cours d’une visite ponctuelle en élevage. Pour ce faire, un suivi longitudinal a été mené dans 10 exploitations bovines laitières sélectionnées pour leur prévalence élevée de boiterie ( $\geq 20\%$ ). Toutes les 3 semaines pendant 5 mois, un score de locomotion et 106 indicateurs potentiels étaient relevés sur chaque vache. Les boiteries observées pendant 1 ou 2 visites consécutives étaient considérées comme des boiteries de courte durée; celles observées pendant au moins 3 visites consécutives comme des boiteries de longue durée. Au total, 109 (19%) boiteries de longue durée ont été observées et 461 (81%) boiteries de courte durée.

La capacité de discrimination des boiteries de longue durée de ces indicateurs pris de façon élémentaire, puis combinés, a été évaluée à l’aide d’ACM et de CAH suivies de calculs de sensibilité (Se) et de spécificité (Sp). L’observation d’altérations de la peau telles qu’une absence de poils au quartier postérieur ou une lésion sanguinolente au jarret sont apparues très spécifiques de la présence de boiterie de longue durée (Sp=0,97) alors qu’une note d’état corporel au flanc  $\leq 2.5$  est un indicateur très sensible (Se=0,83). En complément des outils de détection de boiterie existants, ces indicateurs pourraient être utilisés en tant que supports d’action face aux boiteries durables en permettant d’affirmer la présence de boiterie de longue durée dans les troupeaux laitiers.

### **‘Indicators associated with the duration of lameness in dairy cows’**

**Authors: Maud Coignard <sup>a,b,\*</sup>, Raphaël Guatteo <sup>a,b</sup>, Isabelle Veissier <sup>c,d</sup>, Anne Lehébel <sup>a</sup>, Nathalie Bareille <sup>a,b</sup>**

<sup>a</sup> *INRA, UMR 1300 Biology, Epidemiology and Risk Analysis in Animal Health, CS 40706, F-44307 Nantes, France*

<sup>b</sup> *LUNAM Université, Oniris, Nantes-Atlantic College of Veterinary Medicine, Food Sciences and Engineering, UMR BioEpAR, F-44307 Nantes, France*

<sup>c</sup> *Université de Lyon, VetAgro Sup, UMR 1213 Herbivores, F-69280 Marcy L’Etoile, France*

<sup>d</sup> *INRA, UMR 1213 Herbivores, F-63122 Saint-Genès-Champanelle, France*

#### **Summary**

The aim of this study was to evaluate the informative value of some cow health indicators to discriminate long lasting vs. short lasting lame cows in a single farm visit. A longitudinal study was conducted in 10 dairy cattle herds selected for their high prevalence of lameness ( $\geq 20\%$ ). Every 3 weeks for 5 months, a locomotion score and 106 putative health indicators were assigned to each cow. Observations of lameness for 1 or 2 consecutive visits were considered as short lasting lameness, those observed for at least 3 consecutive visits as long lasting lameness. A total of 109 (19%) long lasting lameness were observed and 461 (81%) short lasting lameness. The informative value of these indicators taken individually, and then combined, was evaluated using MCA and HAC followed by sensitivity and specificity calculation. The observation of a cow with integuments alterations

such as hairless patches on the flank or bloody lesions at hock was very specific of long lasting lameness ( $Sp=0.97$ ) whereas a body condition score on the side  $\leq 2.5$  was very sensitive ( $Se=0.83$ ). These indicators can be used to complement the currently existing tools to detect the presence of lameness in order to fight against long lasting lameness in dairy herds.

## **2.2. Introduction**

Les boiteries constituent un problème majeur en élevage bovin laitier. Compte tenu de leurs répercussions négatives sur les performances de production laitière (Fourichon et al., 1999 ; Green et al., 2002 ; Enting et al., 1997), de reproduction (Fourichon et al., 2000 ; Morris et al., 2011), et de longévité (Booth et al., 2004), elles représentent le troisième trouble de santé en termes d’impact économique après les troubles de la reproduction et les mammites. Leur prévalence moyenne dans les troupeaux mesurée au cours d’une visite ponctuelle est estimée à 20-25% (Whay et al., 2003 ; Brulé et al., 2010). Les boiteries sont également reconnues comme une source importante de douleur et d’inconfort pour les vaches et constituent donc une atteinte majeure à leur bien-être (EFSA, 2009). La persistance d’une boiterie dépend à la fois de l’affection podale présente (dermatite digitée, fourchet, ...) et de la détection / prise en charge des vaches boiteuses par les éleveurs. Afin de réduire efficacement leur prévalence au sein des troupeaux, des mesures appropriées doivent être mises en place. La mise en œuvre de mesures préventives seules peut se révéler insuffisante face à des boiteries qui persistent dans le temps (Shearer et Van Amstel, 2000). Dans cette situation, des mesures curatives basées sur un renforcement des protocoles de détection et de traitement doivent également être recommandées afin d’optimiser la guérison des vaches atteintes. En routine, les interventions de diagnostic-conseil s’opèrent souvent au cours de visites ponctuelles au cours desquelles il est difficile d’estimer l’antériorité de la boiterie observée. Alors que de nombreux outils ont été développés ces dernières années pour détecter la présence de boiteries et graduer leur intensité (Manson et Leaver, 1988 ; Sprecher et al., 1997), aucun d’entre eux n’informe sur l’ancienneté de la boiterie observée. Du fait de la douleur et l’inconfort qu’elle procure, nous pouvons supposer que la boiterie va entraîner une dégradation de l’état général de l’animal (par exemple : perte d’état corporel, présence de lésions sur la peau dues à un temps de

couchage plus important, diminution de l’état de propreté), et que cette dégradation va être d’autant plus marquée que la boiterie va persister.

L’objectif de cette étude était ainsi d’évaluer la valeur informative de certains indicateurs basés sur des observations détaillées de l’état des animaux pour discriminer les vaches atteintes de boiteries de longue durée de celles atteintes de boiteries de courte durée au cours d’observations ponctuelles du troupeau.

## **2.3. Matériel et Méthodes**

### **2.3.1. Population d’étude**

Cette étude a été réalisée dans 10 exploitations bovines laitières situées dans l’Ouest de la France. Pour être incluses, les exploitations devaient présenter les caractéristiques suivantes : (1) une prévalence de boiterie au moins égale à 20% sur les derniers mois, quelle que soit la nature des lésions podales, (2) une majorité de vaches de race Prim’Holstein afin d’homogénéiser la notation de l’état corporel, (3) une courte durée de pâturage par an afin de pouvoir réaliser le suivi sur des animaux en stabulation, (4) être équipées d’un système de cornadis (nécessaire pour l’observation des vaches), (5) être adhérent au contrôle laitier et (6) en système en logettes (logement associé à une prévalence plus importante de boiterie (Haskell et al., 2006)).

### **2.3.2. Collecte des données**

Les 10 exploitations ont été visitées 7 fois à raison d’une visite toutes les 3 semaines entre février et juillet 2012. Les données ont été collectées par 5 observateurs préalablement formés à la méthode de notation à l’aide de deux séances de photos et de vidéos. Ces séances ont également permis de vérifier la concordance de la notation intra- et inter-observateurs. Au cours de chaque visite, un score de locomotion allant de 1 (absence de boiterie) à 5 (boiterie sévère) (grille de Thomsen et al., 2008) a été attribué à chaque vache. Une boiterie était définie à partir du score 3 : démarche irrégulière, ligne du dos arquée à l’arrêt et en déplacement, sans capacité pour l’observateur de distinguer le(s) membre(s) affecté(s). Parmi les mesures sanitaires prises en compte dans le protocole

d’évaluation du bien-être Welfare Quality® (Welfare Quality®, 2009), nous avons sélectionné celles pouvant être utilisées pour discriminer une boiterie de longue durée d’une boiterie de courte durée (note d’état corporel, état de propreté, altérations de la peau) en précisant leur localisation, leur taille et leur nature. Ainsi, au cours de chaque visite, les indicateurs suivants ont été relevés sur chaque vache en lactation : deux notes d’état corporel portant l’une sur l’arrière de l’animal et l’autre sur le flanc sur une échelle allant de 0 (maigre) à 5 (grasse), l’état de propreté de la mamelle ainsi que des membres postérieurs et du quartier postérieur en distinguant les souillures liquides des souillures sèches, et enfin le nombre d’altérations de la peau (absence de poils, lésions, épaissement cutané autour des articulations) présentes sur les membres antérieurs, postérieurs et le quartier postérieur. Pour chaque altération, l’observateur précisait la taille ( $\leq 2$  cm ou  $> 2$  cm) ainsi que la nature des lésions (sanguinolentes ou crouteuses). Afin d’augmenter la précision de la localisation de ces altérations, chaque région anatomique a été subdivisée en 3 zones. Pour les altérations observées au niveau des membres antérieurs, l’observateur précisait ainsi si elles étaient localisées au niveau du boulet, du carpe ou entre les deux, si celles observées au niveau des membres postérieurs étaient présentes au niveau du paturon, du jarret ou entre les deux. Enfin, le quartier postérieur était également subdivisé en 3 zones homogènes partant de la base de la queue (Zone A) jusqu’au-dessus de la mamelle (Zone C), la Zone B étant intermédiaire. Au cours du suivi, l’ensemble de ces indicateurs a été relevé sur un seul et même côté de l’animal (côté droit). Les données individuelles relatives au rang et au stade de lactation ont été extraites à partir des données de contrôles laitiers. Ce sont ainsi 106 indicateurs potentiels qui étaient relevés par animal.

### **2.3.3. Analyse des données**

En préambule, la concordance des notations inter-observateurs et intra-observateur a été évaluée à l’aide des coefficients de kappa.

L’objectif de l’étude étant d’identifier des indicateurs permettant de discriminer une boiterie de longue durée d’une boiterie de courte durée, il a fallu dans un premier temps sélectionner dans notre échantillon des boiteries dont on connaissait la durée. Pour cela, les observations à chaque visite ont été codées (0 : absence de boiterie ; 1 : présence de boiterie) et des profils ont été construits (exemple de vache boiteuse de la visite 4 à 6 :

0001110). Ne sachant pas depuis combien de temps les vaches observées boiteuses au cours de la première visite étaient dans cet état, les profils débutant par une boiterie et pour lesquels il n’y a pas eu de guérison suivie d’une nouvelle boiterie n’ont pas été retenus (ex : 1111110). Afin d’optimiser la probabilité que les mesures sanitaires observées sur une vache boiteuse soient effectivement associées à la durée de la boiterie observée et non à une boiterie précédente, seules les observations de boiterie précédées d’au moins 2 observations sans boiterie ont été retenues (exemple de profil retenu : **00**11110 ; exemple de profil non retenu : **0**111110). Ce choix a été fait suivant l’hypothèse que les indicateurs associés à la boiterie pouvaient ne pas persister au-delà de deux visites (soit un intervalle de 6 à 9 semaines) après un épisode de boiterie. Cette sélection a ensuite permis de distinguer les observations de boiterie de longue durée et de courte durée dans notre échantillon. Les boiteries observées pendant 1 ou 2 visites consécutives étaient considérées comme de courte durée ; celles observées pendant au moins 3 visites consécutives comme de longue durée. Après avoir défini les boiteries de courte durée et de longue durée, les mesures sanitaires pouvant être utilisées pour les discriminer ont été sélectionnées. Dans un premier temps, celles peu présentes dans l’échantillon ( $\leq 1\%$ ) ont été exclues. Les mesures sanitaires très dépendantes de troupeaux, de numéros de visite, de parités ou de stades de lactation particuliers ont également été exclues. A partir des indicateurs restants, la combinaison d’une Analyse des Correspondances Multiples (ACM) et d’une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) a permis de dégager des groupes typologiques pouvant caractériser les boiteries de longue durée et de courte durée sur la base des indicateurs. Ensuite, la proportion de boiteries de longue durée et de courte durée au sein de ces catégories a été comparée à l’aide de tests de chi deux, afin de dégager un nombre restreint d’indicateurs d’intérêt. Étant donné le fort déséquilibre d’effectif de boiteries de courte et de longue durée, ces analyses ont été effectuées sur un échantillon de boiteries de courte durée tiré aléatoirement au sein du jeu de données. La représentativité de cet échantillon par rapport à l’échantillon total sur la base des indicateurs a été préalablement vérifiée. Enfin, la valeur informative des indicateurs retenus pour discriminer une boiterie de longue durée d’une boiterie de courte durée a été évaluée en calculant leur sensibilité (Se) (aptitude du/des indicateur(s) utilisé(s) à détecter toutes les boiteries de longue durée) et leur spécificité (Sp) (aptitude du/des indicateur(s) utilisé(s) à ne détecter que les boiteries de longue durée) sur le jeu de données complet. Dans un premier temps, ces calculs ont été effectués indicateur

par indicateur, puis sur des combinaisons d’indicateurs. Pour les indicateurs combinés, la combinaison des indicateurs était considérée comme positive si au moins l’un d’entre eux était présent, et négative lorsque tous les indicateurs étaient absents. Les indicateurs présentant les meilleures valeurs de Se ont d’abord été combinés, puis ceux présentant les meilleures valeurs de Sp, et enfin ceux présentant à la fois les meilleures valeurs de Se et de Sp. La valeur prédictive positive (VPP) (probabilité que lorsque le(s) indicateur(s) utilisé(s) est(sont) présent(s), la vache soit réellement boiteuse de longue durée) et négative (VPN) (probabilité que lorsque le(s) indicateur(s) utilisé(s) est(sont) absent(s), la vache ne soit pas boiteuse de longue durée) des indicateurs présentant la meilleure valeur informative ont également été calculées pour la prévalence observée et sur une gamme de prévalence attendue. Toutes les analyses ont été réalisées à l’aide du logiciel SAS (Statistical Analysis System) version 9.2.

## **2.4. Résultats**

La méthode de notation présentait une bonne concordance inter-observateurs et intra-observateur, avec un coefficient de kappa moyen pour l’ensemble des mesures respectivement égal à 0,67 (min =0,51; max=1,0) et 0,93 (min=0,76; max=1,0).

### ***2.4.1. Description de l’échantillon d’étude***

L’effectif moyen des troupeaux était de 85 vaches (min=47, max=131). Au total, 871 vaches ont été observées entre 1 et 7 fois. Parmi elles, 57 n’ont jamais boité, 736 ont boité au moins une fois et 95 ont boité sur l’ensemble du suivi. Les résultats ont ainsi confirmé le caractère potentiellement durable des boiteries en montrant l’existence de vaches boiteuses durant au moins 5 mois. Après la sélection des profils d’intérêt, un total de 570 observations provenant de 312 vaches boiteuses a été retenu. Parmi ces observations, 109 (19%) correspondaient à des boiteries de longue durée (soit 64 vaches) et 461 (81%) à des boiteries de courte durée (soit 312 vaches).

### ***2.4.2. Valeur informative des indicateurs***

Sur les 106 indicateurs collectés, 34 ont été inclus dans les analyses. Au final, dix indicateurs permettant de discriminer les groupes de boiterie de longue durée et de courte durée ont été retenus (**Table 3-4.**). Parmi les indicateurs testés de façon élémentaire, une

note d’état corporel au flanc  $\leq 2,5$  et une note d’état corporel à l’arrière  $\leq 2$  ont présenté la meilleure Se (0,83 et 0,61 respectivement). Par ailleurs, les indicateurs présentant la meilleure Sp étaient la présence d’au moins une lésion sanguinolente au jarret, une absence de poils au quartier postérieur en zone B supérieure à 2 cm et un épaissement de la face externe du jarret inférieur à 2 cm. Au final, l’observation d’une note d’état corporel au flanc  $\leq 2,5$  était l’indicateur présentant la meilleure valeur informative en considérant à la fois les valeurs de Se et de Sp (meilleur index de Youden).

**Table 3-4. Sensibilité et spécificité des indicateurs élémentaires pour détecter les vaches boiteuses de longue durée**

Indicateurs élémentaires	Se	Sp
Note d’état corporel Flanc $\leq 2,5$	0,83	0,36
Note d’état corporel Arrière $\leq 2$	0,61	0,51
Absence(s) de poils au carpe supérieure à 2 cm	0,36	0,65
Absence(s) de poils au jarret inférieure à 2 cm	0,25	0,84
Lésion(s) croûteuse(s) au jarret inférieure à 2 cm	0,25	0,76
Absence(s) de poils au carpe inférieure à 2 cm	0,24	0,74
Absence(s) de poils quartier postérieur zone A inférieure à 2 cm	0,16	0,83
Epaississement(s) de la face externe du jarret inférieur à 2 cm	0,09	0,95
Absence(s) de poils quartier postérieur zone B supérieure à 2 cm	0,06	0,97
Lésion(s) sanguinolente(s) au jarret supérieure à 2 cm	0,06	0,97

Les 9 combinaisons réalisées n’ont pas amélioré la valeur informative par rapport à l’utilisation des meilleurs indicateurs élémentaires seuls (**Table 3-5.**).

Les VPP et VPN ont été calculées pour les 3 indicateurs élémentaires qui présentaient les meilleures Se et Sp (**Table 3-6.**), et ce pour la prévalence observée de boiterie de longue durée (20%) et pour une large gamme de prévalence attendue. Les VPP étaient assez semblables et relativement faibles. Ainsi, pour une prévalence de boiterie de longue durée de 20%, lorsque ces indicateurs étaient présents, les vaches boiteuses étaient réellement boiteuses de longue durée dans 23 à 32% des cas ; en leur absence, elles ne l’étaient effectivement pas dans 81 à 90% des cas (VPN très bonne). Lorsque la prévalence atteint 50% dans le troupeau, la VPP atteint des valeurs de 56 à 67%.

**Table 3-5. Sensibilité et spécificité des indicateurs combinés pour détecter les vaches boiteuses de longue durée**

Indicateurs combinés	Se	Sp
Note d'état corporel Flanc $\leq 2,5$ ou Absence(s) de poils au carpe supérieure à 2 cm ou Absence(s) de poils au jarret inférieure à 2 cm ou Lésion(s) croûteuse(s) au jarret inférieure à 2 cm	0,94	0,09
Note d'état corporel Flanc $\leq 2,5$ ou Absence(s) de poils au carpe supérieure à 2 cm ou Absence(s) de poils au jarret inférieure à 2 cm	0,92	0,12
Note d'état corporel Flanc $\leq 2,5$ ou Absence(s) de poils au carpe supérieure à 2 cm	0,85	0,22
Note d'état corporel Flanc $\leq 2,5$ ou Note d'état corporel Arrière $\leq 2$ ou Absence(s) de poils au carpe supérieure à 2 cm	0,85	0,21
Note d'état corporel Flanc $\leq 2,5$ ou Note d'état corporel Arrière $\leq 2$	0,83	0,34
Note d'état corporel Flanc $\leq 2,5$ ou Absence(s) de poils quartier postérieur zone B supérieure à 2 cm Absence(s) de poils quartier postérieur zone B supérieure à 2 cm et Lésion(s) sanguinolente(s) au jarret supérieure à 2 cm et Epaississement(s) de la face externe du jarret inférieur à 2 cm et Absence(s) de poils au jarret inférieure à 2 cm	0,83	0,34
Absence(s) de poils quartier postérieur zone B supérieure à 2 cm et Lésion(s) sanguinolente(s) au jarret supérieure à 2 cm et Epaississement(s) de la face externe du jarret inférieur à 2 cm	0,31	0,74
Absence(s) de poils quartier postérieur zone B supérieure à 2 cm et Lésion(s) sanguinolente(s) au jarret supérieure à 2 cm et Epaississement(s) de la face externe du jarret inférieur à 2 cm	0,20	0,90
Absence(s) de poils quartier postérieur zone B supérieure à 2 cm et Lésion(s) sanguinolente(s) au jarret supérieure à 2 cm	0,11	0,99

**Table 3-6. Calcul des VPP et VPN des indicateurs les plus informatifs sur la prévalence observée de boiterie de longue durée (20%) et sur une gamme de prévalence attendue**

Indicateurs élémentaires et combinés	10%	20%	30%	40%	50%
Note d'état corporel Flanc $\leq 2,5$					
VPP	0,13	<b>0,23</b>	0,36	0,46	0,56
VPN	0,95	<b>0,90</b>	0,83	0,76	0,68
Note d'état corporel Arrière $\leq 2$					
VPP	0,12	<b>0,23</b>	0,35	0,45	0,55
VPN	0,92	<b>0,85</b>	0,75	0,66	0,57
Note d'état corporel Flanc $\leq 2,5$ ou Note d'état corporel Arrière $\leq 2$ ; Note d'état corporel Flanc $\leq 2,5$ ou Absence(s) de poils quartier postérieur zone B supérieure à 2 cm					
VPP	0,12	<b>0,23</b>	0,35	0,46	0,56
VPN	0,95	<b>0,89</b>	0,82	0,75	0,67

## 2.5. Discussion

L'originalité de cette étude a tout d'abord été de décrire l'état sanitaire des vaches boiteuses et non boiteuses au cours d'une enquête longitudinale, puis d'évaluer la valeur informative des indicateurs collectés pour discriminer les boiteries de longue durée des boiteries de courte durée. Pour cela, il a donc fallu définir un 'gold standard' de boiterie de longue et de courte durée. La difficulté pour comptabiliser le nombre d'observations de boiterie de longue et de courte durée était de ne pas savoir combien de temps les indicateurs associés à une boiterie persistent dans le temps. Le risque était que les mesures sanitaires observées sur une vache boiteuse ne soient pas associées à la durée de la boiterie observée mais à une boiterie précédente. Il nous fallait donc évaluer la persistance des indicateurs associés à une boiterie de longue durée et à une boiterie de courte durée chez les vaches guéries en fin de suivi. Malheureusement, le faible effectif de vaches non boiteuses initialement, devenant boiteuses et ayant guéri ne nous a permis d'effectuer cette analyse. La valeur informative des indicateurs pour discriminer une boiterie de longue durée d'une boiterie de courte durée a donc uniquement été évaluée en considérant que les boiteries observées pendant au moins 3 visites consécutives étaient de longue durée. Cette valeur informative pourrait être différente et reste donc à évaluer en considérant comme boiteries de longue durée celles observées pendant au moins 4 visites consécutives ou plus. Cependant, nous pouvons supposer qu'un allongement de la durée de la boiterie va induire une augmentation de la Se mais une diminution de la Sp des 2 indicateurs 'Absence de poils au quartier postérieur en zone B supérieure à 2 cm' et 'Lésion sanguinolente au jarret supérieure à 2 cm' étant donné qu'une certaine durée de boiterie est probablement nécessaire pour induire leur apparition. La probabilité pour que ces indicateurs se retrouvent chez des vaches atteintes de boiterie de courte durée sera ainsi supérieure en considérant comme courtes des boiteries observées jusqu'à 3 visites consécutives.

Les résultats de cette étude ont mis en évidence que la seule observation d'une note d'état corporel au flanc  $\leq 2,5$  pouvait être utilisé pour discriminer les boiteries de longue durée des boiteries de courte durée. Cet indicateur, déjà très utilisé en routine, présente également l'avantage d'être rapidement collecté en conditions d'élevage. Ce résultat confirme celui de Huxley (2013) qui avait rapporté que la boiterie entraînerait une diminution de la note d'état corporel consécutive à une baisse d'ingestion, elle-même reliée

à une réduction du temps passé à se déplacer. La note d’état corporel au flanc  $\leq 2,5$  présente en effet une bonne Se dans notre échantillon. Cet indicateur est donc bien représenté chez les vaches boiteuses de longue durée. Cependant, on aurait pu s’attendre à des valeurs encore meilleures de Se et de Sp de cet indicateur. Ceci peut s’expliquer par le fait qu’un état corporel est à la fois une cause et une conséquence de la boiterie chez les vaches laitières (Mülling and Greenough, 2006 ; Manson et Leaver, 1989).

Par ailleurs, un autre indicateur élémentaire basé sur le relevé d’altérations de la peau (absence de poils, lésions, épaissement cutané autour des articulations) a présenté une Sp élevée. Ce résultat était attendu car la boiterie tend à entraîner une augmentation du temps passé couché. Ainsi, les vaches boiteuses de longue durée vont être davantage exposées aux surfaces des logettes, celles-ci étant associées à la présence de blessures, particulièrement lorsqu’elles sont revêtues d’un sol bétonné (Haskell et al., 2006). En revanche, les altérations de la peau ont présenté une faible Se dans notre échantillon. Ceci peut être lié d’une part, au fait que ces indicateurs ont été peu observés au cours du suivi et, d’autre part, au fait qu’une certaine durée de boiterie est probablement nécessaire pour induire leur apparition. Ainsi, le suivi n’a probablement pas été suffisamment long pour que ces indicateurs apparaissent en conséquence d’une boiterie de longue durée.

Avec une prévalence de boiterie de longue durée de 20%, les VPP de nos indicateurs étaient plutôt mauvaises dans notre échantillon et sont donc perfectibles. Dans les troupeaux à forte prévalence de boiterie, la présence de vaches atteintes de boiterie de longue durée pourra être confirmée par l’utilisation d’indicateurs spécifiques tels que les altérations de la peau dans le but de définir si des plans d’action spécifiques nécessitent d’être mis en place. Puis, des indicateurs sensibles tels qu’un état corporel faible pourront être utilisés pour repérer les vaches à traiter en priorité, quitte à prendre aussi en charge des vaches boiteuses de courte durée. Les VPP de ces indicateurs pourraient être améliorées en considérant plutôt la variabilité des mesures intra-troupeau (exemple : calcul de la probabilité que les vaches les plus maigres au sein de leur troupeau soient des vaches boiteuses de longue durée). De plus, le degré de sévérité de la boiterie (score 4-5 vs. 3 par exemple) pourrait également être considéré comme un indicateur discriminant. L’extrapolation de ces résultats dans d’autres troupeaux semble possible concernant la note d’état corporel. En revanche, la présence d’altérations de la peau étant liés au système de logement (la littérature rapporte une prévalence supérieure de lésions de peau en logettes

qu’en aire paillée (Haskell et al., 2006)), leur valeur informative pour discriminer les boiteries de longue durée des boiteries de courte durée dans des systèmes en aire paillée est certainement inférieure. La valeur informative de ces indicateurs reste donc à confirmer dans un échantillon plus diversifié de troupeaux.

## **2.6. Conclusion**

Cette enquête longitudinale a permis d’identifier des indicateurs individuels basés sur les observations détaillées de l’état des animaux pouvant être utilisés pour différencier les boiteries de longue durée des boiteries de courte durée au cours d’une visite ponctuelle en conditions d’élevage. Elle a également permis de confirmer l’existence à la fois de boiterie persistante et non persistante en élevage. En complément des outils de détection de boiterie existants, les indicateurs identifiés pourraient ainsi être utilisés en tant que supports d’action dans les troupeaux confrontés à des problèmes de boiteries en permettant d’affirmer la présence de boiterie de longue durée et d’agir sur les vaches à prendre en charge en priorité.

## **Remerciements**

Les auteurs remercient sincèrement Danone Research pour le soutien financier de cette étude ainsi que les différents partenaires qui ont contribué à sa mise en place et à son bon déroulement: les éleveurs ; Marie-Anne Lefol, Carole Toczé et l’ensemble des techniciens commerciaux en nutrition animale de Terrena ; Benoît Michenot (GDS 44) ; ainsi que les 4 observateurs (Jean-Yves Audiart, Didier Billon, Charlotte Hoogveld et Alexis Truffert).

***En conclusion de ce troisième chapitre, les données du protocole Welfare Quality® peuvent être utilisées en routine pour discriminer une boiterie de longue durée d’une boiterie de courte durée au cours d’une visite ponctuelle. La valeur informative de ces données augmente avec leur degré de précision.***

## Références bibliographiques

Booth, C. J., Warnick, L. D., Gröhn, Y. T., Maizon, D. O., Guard, C. L., Janssen, D., 2004. Effect of lameness on culling in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87, 4115-4122.

Brulé, A., Toczé, C., Mounaix, B., 2010. Les boiteries chez les vaches laitières : fréquence d'observation et facteurs de risque dans deux systèmes de logement. In Rencontre Recherche Ruminants symposium n°17, Paris, France.

EFSA Reports., 2009. Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare on a request from European Commission on welfare of dairy cows. Effects of farming systems on dairy cow welfare and disease. *The EFSA Journal* 1143, 1-38.

Enting, H., Kooij, D., Dijkhuizen, A. A., Huirne, R. B. M., Noordhuizen-Stassen, E. N., 1997. Economic losses due to clinical lameness in dairy cattle. *Livest. Prod. Sci.* 49, 259-267.

Fourichon, C., Seegers, H., Bareille, N., Beaudeau, F., 1999. Effects of disease on milk production in the dairy cow: A review. *Prev. Vet. Med.* 41, 1-35.

Fourichon, C., Seegers, H., Malher, X., 2000. Effect on disease on reproduction in the dairy cow: A meta-analysis. *Theriogenology.* 53, 1729-1759.

Green, L. E., Hedges, V. J., Schukken, Y. H., Blowey, R. W., Packington, A. J., 2002. The impact of clinical lameness on the milk yield of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 85, 2250-2256.

Haskell, M. J., Rennie, L. J., Bowell, V. A., Bell, M. J., Lawrence, A. B., 2006. Housing system, milk production, and zero-grazing effects on lameness and leg injury in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89, 4259-4266.

Huxley, J.N., 2013. Impact of lameness and claw lesions in cows on health and production. *Livest. Sci. In press.* <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2013.06.012>.

Manson, F. J., Leaver, J. D., 1988. The influence of concentrate amount on locomotion and clinical lameness in dairy cattle. *Anim. Prod.* 47, 185-190.

Manson, F. J., Leaver, J. D., 1989. The effect on concentrate-silage ratio and of hoof trimming on lameness in dairy cattle. *Anim. Prod.* 47, 191-199.

Morris, M. J., Kaneko, K., Walker, S. L., Jones, N. D., Routly, J. E., Smith, R. F., Dobson, H., 2011. Influence of lameness on follicular growth, ovulation, reproductive hormone concentrations and estrus behavior in dairy cows. *Theriogenology*. 76, 658-668.

Mülling, C., Greenough, P. R., 2006. Applied physiopathology of the foot. In: *Proceeding of the World Buiatrics Congress*. Nice, France. Pages 103-117.

Sprecher, D. J., Hostetler, D. E., Kaneene, J. B., 1997. A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. *Theriogenology*. 47, 1179-1187.

Thomsen, P. T., Munksgaard, L., Tøgersen, F. A., 2008. Evaluation of a lameness scoring system for dairy cows. *J. Dairy Sci.* 91, 119-126.

Welfare Quality®, 2009. Welfare Quality® assessment protocol for cattle., Lelystad., the Netherlands. Accessible on the network website:  
<http://www.welfarequality.net/network/45848/7/0/40>

Whay, H. R., Main, D. C. J., Green, L. E., Webster, A. J. F., 2003. Animal-based measures for the assessment of welfare state of dairy cattle, pigs and laying hens: Consensus of expert opinion. *Anim. Welfare*. 12, 205-217.



# Chapitre 4. Description de l'association entre le niveau de bien- être du troupeau et la production laitière des vaches





## **1. Résumé de l’article ‘Does milk yield reflect the level of welfare in dairy herds?’**

L’objectif de cette étude était d’explorer l’association entre le niveau de bien-être d’un troupeau et la production laitière des vaches. Les résultats obtenus permettraient ainsi (i) d’évaluer la possibilité de se servir du niveau de production d’un troupeau comme d’un indicateur d’alerte pour repérer les troupeaux à bien-être dégradé dans lesquels une intervention devrait prioritairement être effectuée et (ii) d’encourager le cas échéant les éleveurs laitiers à mettre en place des pratiques améliorant le bien-être des vaches (dans le cas d’une association positive).

Pour ce faire, nous avons utilisé les données obtenues lors de la réalisation du protocole Welfare Quality® dans 130 troupeaux bovins laitiers au cours de l’hiver 2010-2011 (cf. Chapitre 2). Parmi l’ensemble des données disponibles à l’issue de la réalisation du protocole Welfare Quality®, il a fallu choisir les indicateurs de bien-être (mesures/critères/principes), c’est-à-dire les variables explicatives, à inclure dans l’étude. Les associations entre les différentes mesures de bien-être prises en compte dans le protocole Welfare Quality® et la quantité de lait produite par les vaches avaient déjà été décrites par De Vries et al. (2011). Cette revue, basée sur la compilation de résultats provenant d’études différentes, mettait en évidence la présence d’associations contradictoires entre les mesures prises une à une (note d’état corporel, boiterie, ...) et la production laitière des vaches. Ainsi, l’association entre la note d’état corporel et la production laitière était négative selon Treacher et al. (1986) et positive selon Markusfeld et al. (1997). De même, la présence de boiteries était négativement associée à la quantité de lait produite par les vaches selon certains auteurs tels que Warnick et al. (2001) alors que d’autres tels que Haskell et al. (2006) n’ont pas mis en évidence d’association. Cette revue rapporte également que les vaches qui ont accès à la pâture produisent moins de lait que celles qui ne sortent jamais à l’extérieur (White et al., 2002 ; Gillespie et al., 2009) alors que d’autres auteurs ont mis en évidence que les vaches les plus hautes productrices étaient celles qui pouvaient pâturer (Dillon et al., 2002). Ces résultats contradictoires à l’échelle de la mesure nous ont conduit à analyser les associations au niveau du bien-être des troupeaux dans sa globalité, et non pas mesure par mesure, au sein d’un seul et même échantillon. Parmi les données du protocole

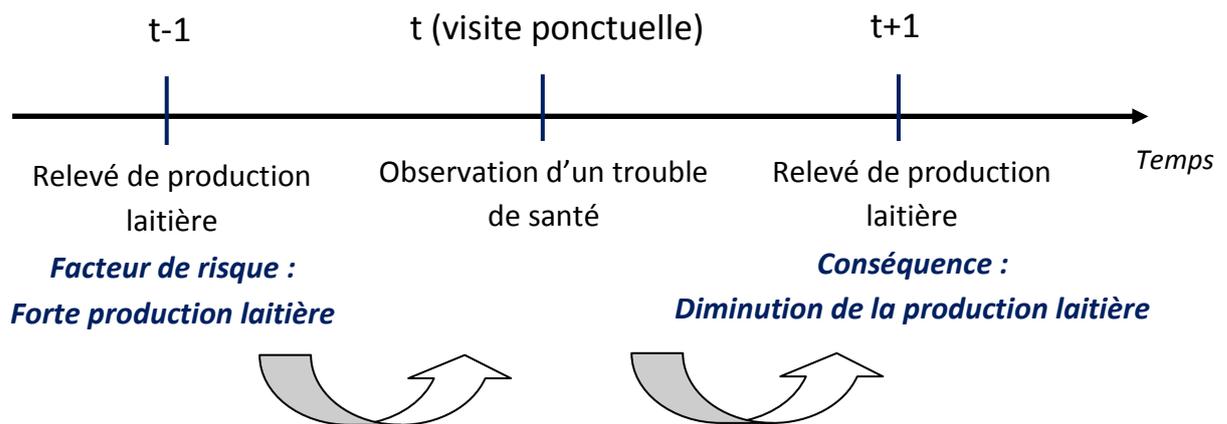
#### *Chapitre 4 – Description de l'association entre le niveau de bien-être du troupeau et la production laitière des vaches*

---

Welfare Quality<sup>®</sup>, nous avons donc considéré le score de bien-être global ainsi que ses composantes (scores des 4 principes et des 11 critères). La variable à expliquer correspondait à la production laitière individuelle au jour du (des) contrôle(s) laitiers le(s) plus proche(s) de la visite Welfare Quality<sup>®</sup>. L'étude de l'association entre les scores de bien-être et la production laitière implique de considérer les données de production sur la période de validité de ces scores, c'est-à-dire la durée pendant laquelle ces valeurs relevées au cours d'une visite unique sont représentatives de la situation d'un troupeau à moyen ou long terme. Or, la plupart des mesures du protocole Welfare quality<sup>®</sup> ont montré une faible stabilité dans le temps (Laurent, 2012). Nous avons donc choisi de considérer pour chaque troupeau les contrôles laitiers des vaches évaluées sur une période concomitante à la visite d'évaluation du troupeau. Ainsi, seuls les contrôles laitiers situés à -30 jours et +30 jours de la visite ont été considérés. La variable à expliquer était la production laitière par jour d'un contrôle laitier pour chacune des vaches en lactation dans les troupeaux (exprimée en kg/jour). Ces données ont été récupérées sur une base de données nationale (Système National d'Information Génétique, Centre de Traitement de l'Information Génétique, basé à Jouy en Josas). Les données complètes de production laitière n'étaient disponibles que dans 125 des 130 troupeaux enquêtés. La présence d'association entre les scores de bien-être et la production laitière a été étudiée grâce à des modèles d'analyse de variance à effet mixte avec le logiciel SAS (Statistical Analysis System) version 9.2. Afin d'écarter certains biais pouvant fausser l'association entre les scores de bien-être et la production laitière au jour du contrôle laitier, chaque modèle a été ajusté en fonction de plusieurs effets fixes individuels connus pour influencer la production laitière (parité, stade de lactation, race, saison du contrôle laitier, niveau de production du troupeau ajusté de la race et de la parité).

L'analyse statistique a porté sur un total de 10580 contrôles laitiers, soit 10580 données de production laitière individuelle. En cohérence avec les données de la littérature, des associations positives ont été mises en évidence entre la production laitière individuelle et les scores des critères liés à l'expression des comportements sociaux ( $P=0.005$ ) et à l'état émotionnel des troupeaux ( $P=0.006$ ). Autrement dit, les vaches produisent plus lorsqu'elles sont moins stressées et moins exposées à des interactions agressives avec leurs congénères. En revanche, des associations négatives ont été décrites entre la production laitière individuelle et les scores liés à la santé des troupeaux. Ces résultats se retrouvent à l'échelle

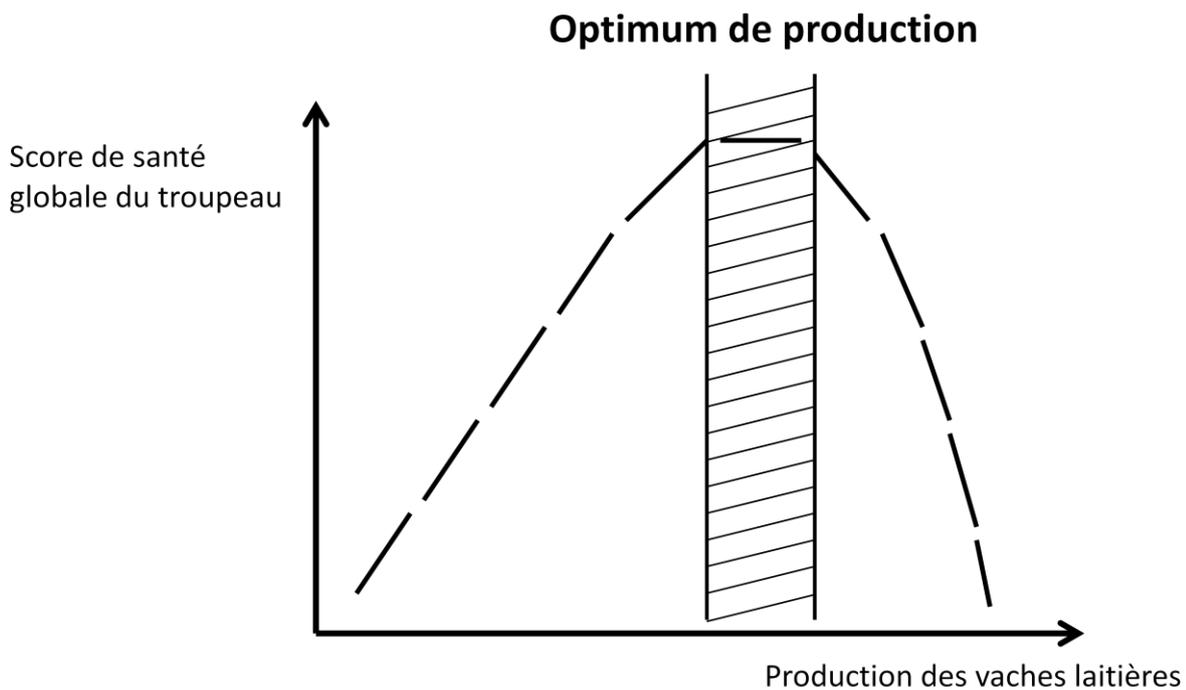
du principe de bonne santé ( $P=0.002$ ) ainsi qu’au niveau de deux de ses composantes (critères ‘Absence de maladies’ et ‘Absence de blessures’). Ces résultats supportent de précédentes études ayant rapporté que la production laitière est un facteur de risque d’apparition de troubles de santé pris en compte dans le protocole Welfare Quality®. Ce constat a ainsi été mis en évidence pour les boiteries (Green et al., 2002 ; Relun et al., 2013), les altérations de la peau (Potterton et al., 2011), les infections intra-mammaires (Bigras-Poulin et al., 1990) ou encore le syndrome de vache couchée (Cox et al., 1986). Les troupeaux produisant plus sont ainsi confrontés à une occurrence plus importante de troubles de santé. Par contre, Fourichon et al. (1999, revue) ont rapporté que la présence de troubles de santé peut conduire à une diminution de la production de lait. Connaissant l’existence de ces deux relations dans la littérature, les deux résultats pouvaient être attendus. La relation entre la production laitière des vaches et le niveau de santé du troupeau dépendrait donc de la temporalité des événements (**Figure 4-1.**).



**Figure 4-1. Succession des évènements entre relevé de production laitière et observation d’un trouble de santé**

Au cours d’une enquête transversale comme celle du protocole Welfare Quality®, la difficulté est de ne pas disposer d’informations sur la temporalité des évènements. Dans notre étude, une association est mise en évidence entre la présence d’un trouble de santé observée chez une vache au cours de la visite d’évaluation et la production laitière de cette vache autour de cette même visite. Une des limites est de ne pas savoir si la vache observée malade le jour de la visite ne produirait pas plus de lait une fois guérie au cours des semaines suivantes. En effet, il n’est pas possible de mettre en évidence un lien de cause à effet entre la production laitière et le niveau de santé dans une étude transversale. Seul un suivi longitudinal permettrait d’obtenir cette information.

La relation entre le niveau de santé globale d'un troupeau et la production laitière des vaches n'est sans doute pas linéaire. On peut s'attendre à l'expression d'un meilleur potentiel de production chez les vaches en bonne santé. Mais après avoir atteint un optimum de production, la santé des vaches va se dégrader. Ainsi, une conduite d'élevage recherchant une forte production va conduire à une plus grande sensibilité des vaches vis-à-vis des maladies qui vont ainsi présenter un risque plus important d'en développer (Oltenu et Broom, 2010) (**Figure 4-2.**). Ces résultats se retrouvent également dans notre premier article présenté dans le Chapitre 2 de ce manuscrit dans lequel nous mettons en évidence que les vaches de race Prim'Holstein, plus hautes productrices que les vaches Montbéliardes, étaient en moins bonne santé que ces dernières (Coignard et al., 2013, accepté).



**Figure 4-2. Représentation schématique de la relation entre le score de santé globale d'un troupeau et la production des vaches laitières**

Aucune association n'a été mise en évidence entre le confort de couchage et la production laitière des vaches dans cette étude ( $P=0.79$ ). Dans le protocole Welfare Quality®, le confort de couchage est renseigné par le temps de couchage de la vache, le nombre de collisions avec l'équipement lors de ce couchage, le pourcentage de vaches couchées partiellement ou complètement en dehors des zones de couchage et enfin par

l’état de propreté des vaches. Bien que peu d’associations entre la plupart de ces indicateurs et la production laitière n’ait été rapporté dans la littérature (hormis pour l’état de propreté, négativement associé à la production laitière selon Ellis et al., 2007), l’effet du confort de couchage sur la production n’en reste pas moins suspecté. Certains auteurs associent notamment le couchage partiel et complet en dehors des logettes à un risque plus élevé de douleur, de souillures et de lésions (Sunderland, 2002), lésions dont la présence est reliée négativement à la production laitière (Bareille et al., 2003). En accord avec la revue de la littérature de de Vries et al. (2011), aucune association n’a été mise en évidence entre l’absence de soif (mesuré par l’observation du nombre d’abreuvoirs disponible par animal ainsi que leur propreté et leur débit) et la production laitière ( $P=0.85$ ). Le même constat se retrouve pour la relation homme-animal (mesuré à l’aide d’un test d’évitement) ( $P=0.78$ ).

Dans cette étude, la présence conjointe d’associations contradictoires au niveau des critères et des principes de bien-être a conduit à une absence d’associations au niveau du score de bien-être global, qui tend à être négativement associée à la production laitière ( $P=0.06$ ) en conséquence de l’association négative mise en évidence avec le principe de bonne santé ( $P=0.02$ ). Par conséquent, la production laitière ne peut pas être utilisée pour refléter le niveau de bien-être global d’un troupeau évalué de façon ponctuelle. Cependant, l’originalité de cette approche holistique est de mettre en évidence que des composantes du bien-être autre que la santé tel que l’état émotionnel d’un troupeau est également associé à la production laitière des vaches et n’est donc pas à négliger. Afin de disposer d’arguments sur un gain économique éventuel, en termes d’une augmentation de la production laitière suite à une amélioration du bien-être des vaches, le protocole Welfare Quality® devrait être réalisé de façon répétée dans les troupeaux. Ce suivi longitudinal favoriserait ainsi la mise en évidence d’un lien de cause à effet entre l’amélioration du niveau de bien-être des troupeaux et la quantité de lait produit par les vaches.

## **Références bibliographiques**

Bareille, N., Beaudeau, F., Billon, S., Robert, A., Faverdin, P., 2003. Effects of health disorders on feed intake and milk production in dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 83, 53-62.

Bigras-Poulin, M., Meek, A. H., Martin, S. W., 1990. Interrelationships among health problems and milk production from consecutive lactations in selected Ontario Holstein cows. *Prev. Vet. Med.* 8, 15-24.

Coignard, M., Guatteo, R., Veissier, I., de Boyer des Roches, A., Mounier, L., Lehébel, A., Bareille, N., 2013. Description and factors of variation of the overall health score in French dairy cattle herds using the Welfare Quality® assessment protocol. *Prev. Vet. Med.* 112, 296-308.

Cox, V. S., Marsh, W. E., Steuernagel, G. R., Fletcher, T. F., Onapito, J. S., 1986. Downer cow occurrence in Minnesota dairy herds. *Prev. Vet. Med.* 4, 249-260.

De Vries, M., Bokkers, M. A. M., Dijkstra, T., Van Schaik, G., de Boer, I. J. M., 2011. Invited review : Associations between variables of routine herd data and dairy cattle welfare indicators. *J. Dairy Sci.* 94, 3213-3228.

Dillon, P., Crosse, S., O'Brien, B., Mayes, R. W., 2002. The effect of forage type and level of concentrate supplementation on the performance of spring-calving dairy cows in early lactation. *Grass Forage Sci.* 57, 212-223.

Ellis, K. A., Innocent, G. T., Mihm, M., Cripps, P., McLean, W. G., Howard, C. V., Grove-White, D., 2007. Dairy cow cleanliness and milk quality on organic and conventional farms in the UK. *J. Dairy Res.* 74, 302-310.

Fourichon, C., Seegers, H., Bareille, N., Beaudeau, F., 1999. Effects of disease on milk production in the dairy cow: a review. *Prev. Vet. Med.* 41, 1-35.

Gillespie, J., Nehring, R., Hallahan, C., Sandretto, C., 2009. Pasture-based dairy systems: Who are the producers and are their operations more profitable than conventional dairies? *J. Agric. Res. Econ.* 34, 412-427.

*Chapitre 4 – Description de l'association entre le niveau de bien-être du troupeau et la production laitière des vaches*

---

Green, L. E., Hedges, V. J., Schukken, Y. H., Blowey, R. W., Packington, A. J., 2002. The impact of clinical lameness on the milk yield of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 85, 2250-2256.

Haskell, M. J., Rennie, L. J., Bowell, V. A., Bell, M. J., Lawrence, A. B., 2006. Housing system, milk production, and zero-grazing effects on lameness and leg injury in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89, 4259-4266.

Laurent, E., 2012. Répétabilité, stabilité et reproductibilité de la méthode d'évaluation du bien-être animal Welfare Quality® en élevages bovins laitiers. Université Jean Monnet, Facultés de Sciences et Techniques de Saint Etienne. 28 pages.

Markusfeld, O., Galon, N., Ezra, E., 1997. Body condition score, health, yield and fertility in dairy cows. *Vet. Rec.* 141, 67-72.

Oltenacu, P. A., Broom, D., 2010. The impact of genetic selection for increased milk yield on the welfare of dairy cows. *Anim. Welfare.* 19, 39-49.

Potterton, S. L., Green, M. J., Harris, J., Millar, K. M., Whay, H. R., Huxley, J. N., 2011. Risk factors associated with hair loss, ulceration, and swelling at the hock in freestall-housed UK dairy herds. *J. Dairy Sci.* 94, 2952-2963.

Relun, A., Lehébel, A., Chesnin, A., Guatteo, R., Bareille, N., 2013. Association between digital dermatitis lesions and test-day milk yield of Holstein cows from 41 French dairy farms. *J. Dairy Sci.* 96, 2190-2200.

Sunderland, E., 2002. A study of the association between cattle cubicle design and cow cleanliness. *Cattle Practice.* 10, 147-155.

Treacher, R. J., Reid, I. M., Roberts, C. J., 1986. Effect of body condition at calving on the health and performance of dairy cows. *Anim. Prod.* 43, 1-6.

Warnick, L. D., Janssen, D., Guard, C. L., Grohn, Y. T., 2001. The effect of lameness on milk production in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 84, 1988-1997.

White, S. L., Benson, G. A., Washburn, S. P., Green Jr, J. T., 2002. Milk production and economics measures in confinement or pasture systems using seasonally calved Holsteins and Jersey cows. *J. Dairy Sci.* 85, 95-104.

## **2. Article 'Does milk yield reflect the level of welfare in dairy herds?'**

### **Short Communication**

**Authors: Maud Coignard <sup>a,b,\*</sup>, Raphaël Guatteo <sup>a,b</sup>, Isabelle Veissier <sup>c,d</sup>, Anne Lehébel <sup>a</sup>, Charlotte Hoogveld <sup>b</sup>, Luc Mounier <sup>c,d</sup>, Nathalie Bareille <sup>a,b</sup>**

<sup>a</sup> *INRA, UMR 1300 Biology, Epidemiology and Risk Analysis in Animal Health, CS 40706, F-44307 Nantes, France*

<sup>b</sup> *LUNAM Université, Oniris, Nantes-Atlantic College of Veterinary Medicine, Food Sciences and Engineering, UMR BioEpAR, F-44307 Nantes, France*

<sup>c</sup> *Université de Lyon, VetAgro Sup, UMR 1213 Herbivores, F-69280 Marcy L'Etoile, France*

<sup>d</sup> *INRA, UMR 1213 Herbivores, F-63122 Saint-Genès-Champanelle, France*

***Veterinary Journal, accepté pour publication le 9 Octobre 2013 ;  
accessible en ligne : <http://dx.doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.10.011>***

### **2.1. Abstract**

Under the assumption that milk yield could be reduced in herds with impaired welfare, the present study aimed at investigating whether milk yield could be used as a reliable indicator of welfare. In 125 commercial French dairy herds, the association between the welfare of the herd (evaluated using the Welfare Quality assessment protocol) and cow milk yield was investigated using linear mixed models. Positive associations were identified between milk yield and low aggressions between cows and good emotional state of the herd but a negative one with good health assessed through the occurrence of diseases and injuries. These opposite associations resulted in no association with the overall welfare of the herd. Milk yield should not therefore be used as an indicator of welfare.

*Keywords:* Dairy herd; Welfare; Milk production

## **2.2. Introduction**

There is a growing concern for welfare in farm animals including cattle. Among the different components of welfare (health, feeding, housing and behaviour), the European Food Safety Authority reported that dairy cows are especially affected by poor health (EFSA Reports, 2009). To improve animal welfare at the population level, it is essential to be able to identify farms with impaired welfare in order to prioritize intervention plans. Some health disorders (such as lameness and dystocia) have a negative impact on milk yield in dairy cows (Fourichon et al., 1999). Thus, we can assume that milk yield might be used to detect farms with impaired welfare (de Vries et al., 2011). Moreover, a positive association between milk yield and the welfare of dairy herds would bring a strong economic argument to encourage dairy farmers to adopt welfare plans. The objective of this study was to investigate the association between test-day milk yield in dairy cows and the welfare of the herd.

## **2.3. Material and methods**

The Welfare Quality assessment protocol was performed on 125 commercial dairy farms by five trained observers between December 2010 and March 2011. The selected protocol assesses all aspects of welfare in a single 1-day visit and leads to expert-based welfare scores (on a 0-100 value scale) that measure 11 farm-level welfare criteria.<sup>1</sup> The strength of this protocol relies on the assessment through the collection of a large panel of animals and environment based-measures (33). The data are combined at the herd level to calculate the 11 welfare criterion-scores. Then, these criterion-scores are combined to calculate scores for four principles (see list of welfare principles and criteria in Tables 2 and 3). In a final step, the four principle-scores are used to assign the farm to one of four categories: excellent, enhanced, acceptable and not classified (more details are available on the website).<sup>1</sup> For each step of the calculation process, experts made the choice of not to allow compensation between scores because they considered that a good welfare cannot be reached if one of the measures is clearly impaired.

---

<sup>1</sup> See: <http://www.welfarequality.net/network/45848/7/0/40>

We also calculated the mean of the four principle-scores to obtain an overall score for each farm expressed on a continuous scale. For each cow of each herd, test-day milk yields collected between the interval [-30; +30] days around the farm visit were extracted from the national milk-recording database. As none of the welfare scores fulfilled the linearity of effect assumption with the milk yield of dairy cows, they were each gathered into classes according to quartiles of their respective distributions. The first category corresponded to the worst scores (less than or equal to the first quartile) and the second category corresponded to the others (above the first quartile). The association between cow test-day milk yield and each of the 16 welfare scores (1 overall score, 4 principle- and 11 criterion-scores) were analyzed using the following formula:

$$TDY_{ijt} = \mu + score_{s(j)} + parity_k + \beta_1 \times DIM + \beta_2 \times \exp(-0.05 \times DIM) + MC_l + breed_m + MPL_n + u_j + \epsilon_{ijt}$$

with

$$\epsilon_{ijt} = \phi * \epsilon_{ij(t-1)} + \eta_{ijt},$$

$$\eta_{ijt} \sim N(0, \sigma_R),$$

$$u_j \sim N(0, \sigma_u),$$

where  $TDY_{ijt}$  = milk yield of cow  $i$  from farm  $j$  on test-day  $t$ ;  $\mu$  = average milk yield of cow on test-day (intercept);  $score_{s(j)}$  = welfare score for a given principle or criterion;  $parity_k$  = parity of cow,  $k \in (1; \geq 4)$ ;  $DIM$  = days in milk of cow;  $\beta_1 \times DIM + \beta_2 \times \exp(-0.05 \times DIM)$  = Wilmink function to adjust the milk production curve;  $MC_l$  = season of milk yield recorded,  $l \in$  (January; February; March to April; November to December);  $breed_m$  = breed for cow,  $m \in$  (Montbeliarde; Holstein, Other);  $MPL_n$  = milk production level within herd adjusted for breed and parity,  $n \in$  (Low; Medium; High);  $u_j$  = random effect related to the herd;  $\epsilon_{ijt}$  = residual error with an order 1 autoregressive autocorrelation structure. The significance threshold was set at  $P = 0.05$ .

## **2.4. Results and Discussion**

All the explanatory variables known to affect milk production had a significant effect that was consistent with the published literature (**Table 4-1.**).

**Table 4-1. Association between the overall welfare score (herd level) and cow-level confounders with test-day milk yield in the linear mixed model in 125 French dairy herds**

Variable	Number of test-day milk yield included in the model	Estimated value <sup>a</sup> (Kg/d)	SE	P-value
<b>Intercept</b>		35.62	0.59	<0.0001
<b>Overall welfare score</b>				<b>0.06</b>
≤37.4	3063	1.36	0.72	
>37.4	7316	Reference		
<b>Parity</b>				<0.0001
Parity 1	3601	-4.42	0.17	
Parity 2	2439	-1.39	0.18	
Parity 3	1836	-0.61	0.20	
Parity ≥4	2704	Reference		
<b>Days in milk at milk recording</b>	10580	-0.04	0.00	<0.0001
<b>Wilmink function (exp-0.05*Days in milk at milk recording)</b>	10580	-5.66	0.44	<0.0001
<b>Season of milk yield recording</b>				<0.0001
January	3416	0.53	0.13	
February	3625	0.75	0.15	
March to April	1505	1.13	0.18	
November to December	2034	Reference		
<b>Breed</b>				<0.0001
Montbeliarde	5275	-0.86	0.46	
Holstein	5036	2.35	0.45	
Other (Abondance; Crossbreed)	269	Reference		
<b>Milk production level within herd adjusted for breed and parity (kg/lactation)<sup>b</sup></b>				<0.0001
Low	3697	-5.01	0.16	
Medium	3540	-2.52	0.16	
High	3343	Reference		

<sup>a</sup> Estimated value of the intercept: Mean milk production for a cow in the reference population (overall welfare score of the herd >37.4, cow parity≥4, milk yield recording from November to December, Abondance or Crossbreed cow and cow with high milk production level within herd adjusted for breed and parity). The estimated value of the overall welfare score indicates that cow in herds with lowest score produce on average 1.36 Kg/d more than cow in herds with highest score.

<sup>b</sup> Based on milk production level during the preceding 305-day lactation for multiparous cows and on the maximum of milk yield recorded during the first three months of the current lactation for primiparous cows. The thresholds of three categories were defined by terciles, for each parity and breed.

Among the four principle-scores, only one was negatively associated with cow test-day milk yield (principle-score for good health:  $P=0.002$ ) (**Table 4-2.**). As a consequence of the calculation process, this led to a trend for the overall welfare score to be negatively associated to milk yield ( $P=0.06$ ). This suggests a trend for low welfare scores in herds with a higher milk production. This result is in accordance with previous studies reporting that milk yield is a risk factor for subsequent health disorders such as downer cows (Cox et al., 1986), mastitis (Bigras-Poulin et al., 1990), lameness (Green et al., 2002) and integument alterations (Potterton et al., 2011), all of which are part of the Welfare Quality assessment protocol.

**Table 4-2. Association between the 4 welfare principle-scores and test-day milk yield assessed through 4 separate linear mixed models using the Welfare Quality assessment protocol in 125 French dairy herds**

Welfare principles	Number of test-day milk yield included in the models	Estimated value <sup>a</sup> (kg/day)	SE	P-value
<b>Good feeding</b>				<b>0.83</b>
<i>Intercept</i>		38.55	0.61	<0.0001
≤14.6	2910	0.16	0.75	
>14.6	7670	Reference		
<b>Good housing</b>				<b>0.79</b>
<i>Intercept</i>		38.54	0.61	<0.0001
≤51.7	2797	0.20	0.76	
>51.7	7783	Reference		
<b>Good health</b>				<b>0.002</b>
<i>Intercept</i>		38.01	0.61	<0.0001
≤27.7	2896	2.28	0.74	
>27.7	7684	Reference		
<b>Appropriate behaviour</b>				<b>0.72</b>
<i>Intercept</i>		36.02	0.60	<0.0001
≤28.4	2739	-0.25	0.70	
>28.4	7640	Reference		

<sup>a</sup> For each model, the estimated value of the intercept was the mean milk production for a cow in the reference population (welfare principle score of the herd above each given threshold, cow parity≥4, milk yield recording from November to December, Abondance or Crossbreed cow and cow with high milk production level within herd adjusted for breed and parity).

In turn, the occurrence of health disorders can result in a decrease in milk production (Fourichon et al., 1999). Thus, the associations between milk yield and the health of cows seem to depend on a sequence of events: high milk yield makes cows more susceptible to health disorders and these disorders can subsequently reduce milk yield. Our results suggest that even if diseased cows produce less, the resulting relationship observed in a cross-sectional survey is negative: the higher the milk production; the poorer the health score. The same result is observed for the criteria-scores ‘Absence of injuries’ and ‘Absence of diseases’ included in the principle of ‘Good health’ in the assessment protocol (**Table 4-3.**).

Interestingly, among the other components of welfare considered in the protocol, the occurrence of aggressive behaviours and a poor emotional state of cows (detected from a qualitative behaviour assessment (Wemelsfelder and Lawrence, 2001)) are associated with lower milk yield. Indeed, aggressions due to social tensions such as after mixing can reduce milk production (Phillips and Rind, 2001) while a poor emotional state such as tension of cows during milking may reduce milk ejection (Waiblinger et al., 2002).

**Table 4-3. Association between the 11 welfare criterion-scores and test-day milk yield assessed through 11 separate linear mixed models using the Welfare Quality assessment protocol in 125 French dairy herds**

Welfare criteria	Number of test-day milk yield included in the models	Estimated value <sup>a</sup> (kg/day)	SE	P-value
<b>Absence of hunger</b>				<b>0.17</b>
<i>Intercept</i>		38.33	0.61	<0.0001
≤28.0	2654	1.04	0.76	
>28.0	7926	Reference		
<b>Absence of thirst</b>				<b>0.85</b>
<i>Intercept</i>		38.56	0.61	<0.0001
≤20.0	3052	0.15	0.75	
>20.0	7528	Reference		
<b>Comfort around resting</b>				<b>0.79</b>
<i>Intercept</i>		38.54	0.61	<0.0001
≤23.3	2797	0.20	0.76	
>23.3	7783	Reference		
<b>Ease of movement</b>		<i>Not estimable</i>		
<i>Intercept</i>				
≤99.9	0			
100.0	10580			
<b>Absence of injuries</b>				<b>0.008</b>
<i>Intercept</i>		38.08	0.61	<0.0001
≤40.0	2729	2.01	0.74	
>40.0	7851	Reference		

**Table 4-3 (continued). Association between the 11 welfare criterion-scores and test-day milk yield assessed through 11 separate linear mixed models using the Welfare Quality assessment protocol in 125 French dairy herds**

Welfare criteria	Number of test-day milk yield included in the models	Estimated value <sup>a</sup> (kg/day)	SE	P-value
<b>Absence of diseases</b>				<b>0.004</b>
<i>Intercept</i>		38.03	0.60	<0.0001
≤27.4	3184	2.12	0.73	
>27.4	7396	Reference		
<b>Absence of pain induced by management procedures</b>				<b>0.18</b>
<i>Intercept</i>		39.41	0.84	<0.0001
≤28.0	8065	-1.06	0.78	
>28.0	2515	Reference		
<b>Expression of social behaviours</b>				<b>0.005</b>
<i>Intercept</i>		36.58	0.60	<0.0001
≤20.4	2216	-2.03	0.72	
>20.4	8364	Reference		
<b>Expression of other behaviours</b>				<b>0.24</b>
<i>Intercept</i>		35.85	0.61	<0.0001
≤77.6	3168	0.88	0.73	
>77.6	7412	Reference		
<b>Good human-animal relationship</b>				<b>0.78</b>
<i>Intercept</i>		35.91	0.59	<0.0001
≤33.6	2399	0.20	0.72	
>33.6	7980	Reference		
<b>Positive emotional state</b>				<b>0.006</b>
<i>Intercept</i>		39.16	0.61	<0.0001
≤35.1	2536	-2.05	0.73	
>35.1	8044	Reference		

<sup>a</sup> For each model, the estimated value of the intercept was the mean milk production for a cow in the reference population (welfare criterion score of the herd above each given threshold, cow parity≥4, milk yield recording from November to December, Abondance or Crossbreed cow and cow with high milk production level within herd adjusted for breed and parity).

## 2.5. Conclusion

In conclusion, our results support the view that negative emotional experiences are detrimental to milk production. Nevertheless, milk yield cannot be accounted for good welfare because higher milk production is associated with a higher occurrence of health disorders.

### **Conflict of interest statement**

None of the authors of this paper has a financial or personal relationship with other people or organizations that could inappropriately influence or bias the content of the paper.

### **Acknowledgements**

We thank Danone Research for their financial support of this work. We are also very grateful to the farmers involved in this study and to nine Animal Health Services for providing list of farms. Alice de Boyer des Roches (VetAgro Sup, Lyon, France), Eric Delval (INRA, Saint-Genès Champanelle, France), Christophe Mallet (INRA, Saint-Genès Champanelle, France) and Rémi Debauchez (ISARA, Lyon, France) are gratefully acknowledged for their help in data collection, as Jean-Yves Audiart (ONIRIS, Nantes, France) and Didier Billon (ONIRIS, Nantes, France) for their contribution to data entry. Finally, we thank Anne Lamadon, Yoan Gaudron and Pascal Champciaux (INRA, Saint-Genès Champanelle, France) for their contribution in this study regarding the calculation of welfare scores and Aurélien Madouasse (ONIRIS, Nantes, France) for reviewing the English of this manuscript.

## **References**

Bigras-Poulin, M., Meek, A. H., Martin, S. W., 1990. Interrelationships among health problems and milk production from consecutive lactations in selected Ontario Holstein cows. *Prev. Vet. Med.* 8, 15-24.

Cox, V. S., Marsh, W. E., Steuernagel, G. R., Fletcher, T. F., Onapito, J. S., 1986. Downer cow occurrence in Minnesota dairy herds. *Prev. Vet. Med.* 4, 249-260.

De Vries, M., Bokkers, M. A. M., Dijkstra, T., Van Schaik, G., de Boer, I. J. M., 2011. Invited review : Associations between variables of routine herd data and dairy cattle welfare indicators. *J. Dairy Sci.* 94, 3213-3228.

EFSA Reports., 2009. Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare on a request from European Commission on welfare of dairy cows. Effects of farming systems on dairy cow welfare and disease. *The EFSA Journal.* 1143, 1-38.

Fourichon, C., Seegers, H., Bareille, N., Beaudeau, F., 1999. Effects of disease on milk production in the dairy cow: a review. *Prev. Vet. Med.* 41, 1-35.

Green, L. E., Hedges, V. J., Schukken, Y. H., Blowey, R. W., Packington, A. J., 2002. The impact of clinical lameness on the milk yield of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 85, 2250-2256

Phillips, C. J. C., Rind, M. I., 2001. The effects on production and behavior of mixing uniparous and multiparous cows. *J. Dairy Sci.* 84, 2424-2429.

Potterton, S. L., Green, M. J., Harris, J., Millar, K. M., Whay, H. R., Huxley, J. N., 2011. Risk factors associated with hair loss, ulceration, and swelling at the hock in freestall-housed UK dairy herds. *J. Dairy Sci.* 94, 2952-2963.

Waiblinger, S., Menke, C., Coleman, C., 2002. The relationship between attitudes, personal characteristics and behaviour of stockpeople and subsequent behaviour and production of dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 79, 195-219.

Wemelsfelder, F., Lawrence, A.B., 2001. Qualitative assessment of animal behaviour as an on-farm welfare-monitoring tool. *Acta. Agr. Scand. Section A, Animal Science Suppl.* 30, 21-25.

# Chapitre 5. Discussion générale





## 1. Mobilisation de démarches épidémiologiques

L'épidémiologie est l'étude de la distribution des maladies dans le temps et dans l'espace et des facteurs qui influencent cette distribution au sein d'une population donnée (Toma et al., 2001). L'épidémiologie vise à fournir les informations nécessaires à l'identification de la maladie et à sa maîtrise, tant en limitant sa survenue que ses conséquences une fois déclarée. Classiquement, la démarche épidémiologique adoptée pour la conception de plan de maîtrise d'une maladie respecte plusieurs étapes (Dohoo et al., 2010). Tout d'abord, on procède à l'évaluation de la qualité des outils et des méthodes de diagnostic du trouble de santé en question; on entend par là la mesure de sa valeur informative, sa répétabilité, sa reproductibilité et sa faisabilité. Puis on décrit la fréquence de ce trouble de santé à l'échelle d'une population donnée et on identifie les facteurs liés à sa survenue (notion de facteurs de risque de survenue/propagation). Enfin, fort de ces connaissances, l'évaluation de l'efficacité a minima technique et si possible technico-économique des mesures de maîtrise proposées est réalisée. Au sein de cette thèse, ces concepts ont été appliqués à l'entité bien-être animal et plus spécifiquement à sa composante santé (**Table 5-1.**). Pour ce faire, la méthode de diagnostic du bien-être retenue a été l'outil Welfare Quality® qui permet, par une approche holistique, une évaluation d'un score de santé globale à l'échelle du troupeau.

**Table 5-1. Mise en œuvre des étapes épidémiologiques classiques au sein du projet de thèse**

<b>Étapes épidémiologiques classiques</b>	<b>Mise en œuvre au sein du projet de thèse</b>
1. Évaluation de la qualité des méthodes de diagnostic ( <i>Épidémiologie descriptive</i> )	- Contribution à l'évaluation de l'outil Welfare Quality® par sa mise en œuvre en conditions d'élevages ( <b>Chapitre 2</b> ) - Identification et valeur informative d'indicateurs permettant de distinguer des boiteries de longue et de courte durée ( <b>Chapitre 3</b> )
2. Description de la fréquence des troubles de santé ( <i>Épidémiologie descriptive</i> )	- Description du niveau de santé et de bien-être des troupeaux bovins laitiers français ( <b>Chapitre 2</b> )
3. Identification des facteurs de risque de survenue des troubles de santé ( <i>Epidémiologie analytique</i> )	- Étude des systèmes et pratiques d'élevages associées à une variation du score de santé globale ( <b>Chapitre 2</b> )
4. Evaluation de l'efficacité technico-économique de mesures de maîtrise des troubles de santé et de bien-être ( <i>Epidémiologie évaluative</i> )	- Premiers éléments concernant l'impact économique d'un score de bien-être dégradé ( <i>analyse menée dans ce projet plutôt à rattacher au domaine de l'épidémiologie analytique</i> ) ( <b>Chapitre 4</b> )

### **1.1. Evaluation de la qualité de l'outil Welfare Quality® pour décrire l'état de santé globale d'un troupeau bovin laitier**

Dans les études épidémiologiques, un préalable nécessaire est de disposer d'un outil de diagnostic fiable et utilisable à grande échelle pour décrire la maladie étudiée. Il faut ainsi disposer de données permettant de vérifier que l'outil permet de diagnostiquer correctement la maladie d'intérêt et ce, avec le degré d'exactitude et de précision souhaitée, et à défaut conduire des études permettant de produire ces connaissances. Il s'agit là de travaux du domaine de l'épidémiologie descriptive. La mise en œuvre du protocole Welfare Quality® dans un large échantillon troupeaux bovins laitiers représentant la diversité des principaux systèmes d'élevages français nous a permis en plus de se familiariser avec l'outil, d'évaluer sa faisabilité en conditions réelles ainsi que de se construire une opinion sur les différentes étapes du protocole, de la collecte des mesures à leur interprétation (**Chapitre 2**).

Les protocoles d'évaluation du bien-être en élevage se basent régulièrement sur des mesures effectuées soit sur l'environnement, soit sur les animaux. Si les premières sont souvent préférées car plus simple à récolter, les mesures basées sur les animaux eux-mêmes sont généralement considérées comme plus étroitement liées au bien-être des animaux (Capdeville et Veissier, 2001 ; Winckler et al., 2003). Le protocole Welfare Quality® utilise préférentiellement des mesures sur animaux et uniquement lorsque celles-ci ne sont pas possibles ou jugées peu fiables, des mesures sur l'environnement. Il fournit ainsi une évaluation globale du bien-être animal en élevage élaborée au plus près des animaux.

En épidémiologie, la capacité d'un test à dépister une maladie au sein d'un troupeau est évaluée en mesurant la sensibilité et la spécificité du test en comparaison à une méthode de référence encore appelée gold standard. Lorsqu'aucune méthode de référence n'est disponible, la validation peut alors se faire par construction en comparant les résultats de traitement supposés créer des différences. Cette approche peut facilement s'envisager dans un cadre expérimental ; par exemple on peut inoculer un germe afin de créer une infection intra-mammaire pour évaluer la valeur informative de différents indicateurs pour détecter une pathologie qu'on sait ou non être présente. Par contre, cette approche est peu adaptée à une évaluation en conditions d'élevages où la pathologie est spontanée et peu prévisible.

La validation passe alors nécessairement par un consensus d'experts qui devront au moins se mettre d'accord sur la valeur du test (validation par consensus) (Toma et al., 2001) . Parmi les critères et mesures de bien-être considérés dans le protocole Welfare Quality®, la majorité ne dispose pas de gold standard pour être évalués. Les mesures les plus fiables ont alors été sélectionnées sur la base de la littérature et des avis d'experts. A titre d'exemple, la peur des vaches vis-à-vis de l'homme a été utilisée pour évaluer la relation existante entre l'éleveur et son troupeau. Pour évaluer cette peur, un test d'évitement est réalisé par l'observateur qui, placé devant la ligne de cornadis, mesure à quelle distance les vaches reculent lorsqu'il s'en approche. Ce test a été validé sur les veaux en comparant des animaux recevant des contacts doux de la part de l'éleveur à ceux n'en recevant pas (Lensink et al., 2003). Les résultats excellents sur les veaux ont poussé à retenir ce critère même si l'extrapolation de ces résultats obtenus sur les veaux à des vaches adultes devrait être vérifiée.

La répétabilité et la reproductibilité des mesures doivent être aussi renseignées, encore plus lorsque l'outil de diagnostic a vocation à être transféré aux acteurs de terrain. A titre d'exemple, de nombreuses mesures auraient pu être choisies pour évaluer le confort de couchage telles que la mesure du nombre de périodes de couchage et de leur durée (Haley et al., 2000) ou encore la position des vaches couchées (Cook et al., 2005). Parmi l'ensemble des mesures candidates, seules les mesures les plus répétables et constantes dans le temps ont été retenues dans ce protocole (Plesch et al., 2010). Les mesures basées sur l'environnement sont en général plus répétables et constantes dans le temps, en opposition aux mesures effectuées sur les animaux. Il a été démontré de façon générale que parmi ces dernières, les mesures comportementales (évaluation des comportements sociaux, de l'état émotionnel des animaux) ont la plus faible répétabilité (Laurent, 2012). Ces mesures sont basées sur la division du troupeau en segments d'observations. Le manque de répétabilité de ces mesures s'expliquerait par l'absence de règles concernant le choix et l'ordre d'observation des segments (Laurent, 2012). Ainsi, afin de maximiser la répétabilité entre les différents observateurs dans cette thèse, nous avons travaillé à la standardisation de la notation grâce à un entraînement à la prise de données au cours de plusieurs séances de photos et de vidéos et également en conditions réelles en fermes (**Chapitre 2**). De même, nous avons tenté de minimiser les biais potentiels d'observation en répartissant les

différents observateurs dans les différentes zones d'observation et dans le temps. Ainsi, chaque observateur a effectué un nombre d'enquêtes similaire dans les différents systèmes choisis (en plaine et en montagne, en aire paillée et en logettes, ...) et sur l'ensemble de la période (de décembre 2010 à mars 2011).

En plus d'être répétable d'un observateur à l'autre, une méthode pour être valide et représentative de la situation d'un troupeau à long terme, doit être reproductible dans le temps, c'est-à-dire donner des résultats similaires s'il n'y a bien sûr pas eu de changement de la situation au sein de l'élevage. L'unité mixte de recherche sur les herbivores (VetAgro-Sup et INRA) a ainsi réalisé des évaluations à intervalle de temps réguliers au sein de neuf fermes durant une période d'hivernage (novembre 2011 à mars 2012). Chaque élevage a été visité 4 fois durant cette période (une visite en novembre et en janvier et deux visites en mars). Selon cette étude, les indicateurs du Welfare Quality® relatifs à la santé (lésions cutanées, boiterie ...) n'ont pas montré de stabilité dans le temps sur la période d'hivernage, ce qui peut être attendu dans la mesure où ces mesures, en lien avec la santé des animaux peuvent évoluer dans le temps (apparition de lésions en lien avec la durée de présence dans le bâtiment par exemple). Comme attendu, les mesures liées à la conduite d'élevage, l'environnement, au logement (nombre de collisions avec l'équipement, nombre d'abreuvoirs, débit et fonctionnement des abreuvoirs) et la distance d'évitement homme-animal ont montré une stabilité correcte (Laurent, 2012). La dynamique ainsi observée de ces indicateurs dans le temps nous a conduits à évaluer l'association à court terme entre le bien-être et la production laitière en concentrant l'étude de la production laitière sur une période concomitante à la visite d'évaluation (**Chapitre 4**).

Une des conditions nécessaires à l'appropriation et la diffusion d'une méthode de diagnostic à destination d'intervenants de différents horizons est d'utiliser de façon appropriée les termes notamment de relevé de fréquence (prévalence, incidence, pourcentage...). C'est la raison pour laquelle nous avons reformulé certains termes comme par exemple le terme 'pourcentage' par le terme épidémiologique 'incidence cumulée' pour dénombrer les événements de mortalité, dystocies et syndrome de vaches couchées (**Chapitre 2**).

Une autre condition présidant à l'acceptation d'une méthode est sa faisabilité en conditions réelles. Pour ce faire, lors de la conception de ce protocole, les experts ont fait le choix de simplifier la notation de certaines mesures sanitaires en comparaison aux outils existants. A titre d'exemple, le score de locomotion est gradé en 3 niveaux au sein de ce protocole : absence de boiterie, boiterie modérée, boiterie sévère alors que la plupart des outils de mesure existants gradent la sévérité de la boiterie en 5 classes. Néanmoins, de nombreuses publications se basant sur le système en 5 classes regroupent au final comme boiteuses les vaches ayant un score supérieur ou égal à 3. L'information souhaitée étant la prévalence de vaches boiteuses, la précision semble suffisante et la simplification acceptable. Un autre exemple est celui de la mesure de la concentration en cellules somatiques. Un seuil de cellules de 400 000 cellules/mL a été retenu dans ce protocole pour estimer la prévalence de mammites subcliniques alors que le seuil de référence utilisé à l'international est de 200 000 cellules/mL (Dohoo et Leslie, 1991). Ce choix d'un seuil plus élevé augmente par construction la spécificité de la mesure de même qu'elle permet de considérer plus sûrement des mammites très ou plus inflammatoires et donc plus douloureuses (Kemp et al., 2008). Les méthodes de notation sont volontairement extrêmisées dans ce protocole pour évaluer l'atteinte au bien-être des vaches laitières de certains troubles de santé. Cependant, ceci nous a confrontés à la difficulté voire l'impossibilité de comparer la plupart des résultats obtenus dans notre échantillon à ceux de la littérature. Ces méthodes, différentes de celles décrites internationalement, peuvent freiner l'utilisation de l'outil Welfare Quality® en tant qu'outil de recherche. A notre sens, il faudrait conserver les méthodes existantes de manière à maintenir la comparaison possible avec la littérature, notamment pour des maladies très fréquentes où un consensus international existe comme les mammites, quitte à regrouper les scores après l'observation pour réaliser les calculs de scores de l'outil Welfare Quality®. De plus, la modification des méthodes de notation par rapport à ce qui est fait classiquement peut rendre cet outil difficile à adopter par les spécialistes de la santé animale.

La mise en œuvre de mesures, même de qualité excellentes, peut néanmoins aboutir à des résultats erronés si ces mesures ne sont pas effectuées sur un échantillon pertinent. Dans ce protocole, une partie seulement des vaches du troupeau est observée pour l'évaluation de certaines mesures de santé telles que les boiteries, la présence d'altérations

tégumentaires ou encore de diarrhée (de 100% des vaches pour un troupeau de 30 vaches, 50% pour un troupeau de 100 vaches, à 25% pour un troupeau de 300 vaches). Cet échantillon de vaches observées est tiré au sort par l'observateur. L'objectif d'un échantillonnage est de définir un sous-groupe sur lequel portera l'étude afin de pouvoir généraliser les résultats. La raison essentielle est la réduction des coûts, grâce à l'économie de temps et de moyens financiers (Toma et al., 2001). En contrepartie, il existe par conséquent un risque de se faire une opinion erronée de l'état du troupeau. Ce sous-échantillon doit donc être défini selon le degré d'exactitude et de précision souhaité des résultats. Le facteur conditionnant l'exactitude, c'est-à-dire le degré de concordance du résultat obtenu avec la valeur réelle dans la population, est la capacité de l'échantillon à être représentatif de la population. Seul le tirage au sort permet d'assurer cette représentativité, ce qui est le cas dans notre étude. Nous pouvons donc raisonnablement considérer que la prévalence des mesures de santé observée sur l'échantillon de vaches est représentative de la valeur réelle dans le troupeau et dans la population d'étude. Le facteur conditionnant la précision est la taille de l'échantillon. Le nombre d'individus à échantillonner est théoriquement fonction de la prévalence des maladies. Par exemple, si la prévalence d'une maladie est estimée à 10%, le nombre d'individus nécessaires pour détecter au moins un individu malade est de 24 dans un troupeau de 60 vaches, 21 dans un troupeau de 40 ; si la prévalence connue d'une maladie est estimée à 40%, le nombre d'individus nécessaire pour détecter au moins un individu malade n'est plus alors que de 7 dans un troupeau de 60 ou de 40 vaches (Schlesselman, 1974). Or, dans le protocole Welfare Quality®, la taille de l'échantillon est la même pour l'ensemble des troubles de santé investigués et en même temps différente entre troupeaux de taille différente. Le risque est de sous-estimer la prévalence des troubles rares (ex : écoulement oculaire) en raison d'un trop faible nombre d'individus observés. Le protocole se centrant sur les principales dominantes pathologiques (mammites, boiteries, troubles de la reproduction..), ce risque semble modéré. Un compromis entre précision et faisabilité du protocole semble indispensable, le pourcentage d'animaux à observer pouvant être choisi selon l'objectif de l'évaluation (certification très stricte ou identification des dominantes pathologiques majeures).

Les évaluations qui ont d'ores et déjà été menées avec ce protocole ont confirmé sa faisabilité (Knierim et Winckler, 2009). En effet, malgré la contrainte liée à certaines mesures

qui doivent être collectées à des moments précis de la journée, la réalisation du protocole dans son ensemble demeure assez flexible. La durée totale de l'évaluation, parfois considérée comme longue (environ 6 h pour un troupeau de 60 vaches laitières), est compensée par le caractère unique de la visite.

En dehors des avantages économiques et logistiques (meilleure acceptabilité par les éleveurs) que présente la réalisation d'un diagnostic au cours d'une visite ponctuelle en élevages par rapport à un suivi longitudinal, une des limites qui nous a semblé majeure est de ne pas être en mesure de fournir des recommandations adaptées (préventives et/ou curatives) suite à l'évaluation globale et ce particulièrement pour des troubles de santé au caractère persistant potentiel. Ainsi, nous avons dans cette thèse travaillé à l'identification et à l'évaluation de la valeur informative de données sanitaires collectées durant le protocole Welfare Quality® pour discriminer les vaches boiteuses de longue durée (plus grave en termes d'atteinte au bien-être) de celles de courte durée. Le résultat attendu était d'enrichir l'information seule de la prévalence de boiteries apportée par le protocole au cours d'une visite ponctuelle par une discrimination de l'incidence et de la persistance (**Chapitre 3**). Il nous a fallu pour cela définir un gold standard de boiterie de longue et de courte durée. Nous avons donc complété la visite ponctuelle du protocole Welfare Quality® par une série de visites toutes les 3 semaines durant 6 mois. L'hypothèse de départ était qu'une dégradation de l'état général liée à la présence de boiterie devenait visible 6 à 9 semaines après l'apparition du trouble. Ainsi, les boiteries observées pendant au moins 3 visites consécutives étaient considérées comme des boiteries de longue durée. La difficulté pour comptabiliser les observations de boiterie de longue et de courte durée était de ne pas savoir combien de temps les indicateurs associés à une boiterie, une fois installés, persistaient dans le temps une fois la vache guérie. Pour disposer de cette donnée, il nous fallait évaluer la persistance des indicateurs sanitaires associés à une boiterie de longue durée et à une boiterie de courte durée chez des vaches initialement non boiteuses, devenant boiteuses lors du suivi mais guéries en fin de suivi. Malheureusement, le faible effectif de vaches avec ce profil ne nous a pas permis d'effectuer cette analyse. Disposer de cette information permettrait d'envisager une amélioration de la qualité des indicateurs prometteurs identifiés. Elle reste donc à réaliser au cours d'un suivi de plus longue durée pour maximiser la probabilité d'observer ce profil. Parmi l'ensemble des mesures

(indicateurs) prises en compte dans le protocole Welfare Quality®, nous avons référencé celles pouvant être utilisées pour discriminer les boiteries de longue et de courte durée par une analyse de la littérature. Ainsi, selon les études antérieures, la boiterie était associée une diminution de l'état corporel de l'animal (Huxley, 2013) et à la présence d'altérations cutanées liée à un temps de couchage plus important et donc à un contact plus élevé avec les surfaces des logettes (Haskell et al., 2006). Nous avons donc utilisé ces mesures sanitaires en y ajoutant l'état de propreté des vaches, sous l'hypothèse que les vaches souffrant de boiterie se déplacent moins et visent à se coucher rapidement, y compris dans les couloirs de circulation, pour soulager le poids sur leurs membres. En termes de faisabilité, ces mesures présentaient l'avantage d'être rapidement collectées en élevages (environ 2 min par animal). L'objectif de notre étude était de mettre en évidence le(s) indicateur(s) pris individuellement ou combinés qui permettraient de ne pas passer à côté d'une vache boiteuse de longue durée dans un troupeau, même si cela impliquait de considérer également comme boiteuses de longue durée des vaches qui ne l'étaient pas (fausses positives). En effet, dans le cadre d'une évaluation du bien-être à des fins d'intervention et de conseil, il est préférable de surestimer une situation dégradée plutôt que de la sous-estimer. C'est la raison pour laquelle, lors de l'étape de combinaison des indicateurs individuels, nous avons fait le choix de considérer la combinaison positive si l'un au moins des indicateurs était présent. De cette manière, nous avons cherché à maximiser la sensibilité de notre outil de diagnostic. Ce choix est classiquement fait lors des étapes de screening visant à identifier les individus/troupeaux cibles prioritaires pour une confirmation avec une évaluation plus fine qui se fera alors à l'aide d'une méthode plus spécifique. La stratégie d'analyse dépend donc de l'objectif final. Par exemple, si celui-ci avait été de cibler uniquement les vaches boiteuses de longue durée (vraies positives) pour leur administrer un traitement particulier, nous aurions alors tenté de maximiser la spécificité de notre outil en considérant la combinaison positive si et seulement si tous les indicateurs étaient présents.

## **1.2. Description du niveau de santé et de bien-être dans les troupeaux bovins laitiers**

Nos résultats ont permis de caractériser la situation des troupeaux vis-à-vis de leur niveau de santé et de bien-être (**Chapitre 2**). Cette étape appartient encore au domaine de l'épidémiologie descriptive. Afin d'obtenir des résultats représentatifs des principaux systèmes d'élevages en France, nous avons procédé à un échantillonnage aléatoire par strate parmi une liste de coordonnées d'éleveurs qui nous avait été fourni par les Groupements de Défense Sanitaire (97% des éleveurs adhèrent à cette association) de façon à remplir des strates prédéfinies. L'objectif de cette enquête transversale était double. Nous voulions tout d'abord décrire le niveau de santé et de bien-être pour la première fois à large échelle dans les troupeaux bovins laitiers français. Nous souhaitions également analyser les facteurs pouvant faire varier le niveau de santé des troupeaux. Les strates avaient donc été sélectionnées en amont non seulement pour représenter la variabilité des systèmes d'élevage en France, mais aussi pour représenter des systèmes pouvant avoir une influence sur le niveau de santé des troupeaux. Pour que les résultats obtenus soient généralisables à l'échelle de la France, il aurait fallu retenir un effectif de troupeaux par strates qui soit représentatif de l'effectif réel en France. Or, l'information sur la répartition des 82 000 troupeaux français (SCEES, 2010) entre les différentes strates n'est pas disponible. Dans notre échantillon, nous avons choisi de recruter un effectif homogène de troupeaux par strate. Les fréquences au sein de chacune ne sont donc pas nécessairement identiques à celles de la population globale. Par conséquent, le niveau de santé et de bien-être décrit au sein de chacune des strates ne peut pas être généralisé à l'échelle de la population globale.

Nous aurions aimé affiner notre évaluation en précisant quelle(s) étai(en)t la(les) mesure(s) de santé responsable(s) du score de santé globale. Parmi les mesures qui le composent, certaines sont interprétées à l'aide de scores (boiteries, altérations tégumentaires, pratiques liées à l'écornage et à la coupe de queue), alors que d'autres (ensemble des mesures du critère 'Absence de maladies') le sont à l'aide de seuils d'alerte et d'alarme, tous étant définis par les experts. Ainsi, compte-tenu du fait que les calculs réalisés à l'échelle de la mesure pour aboutir à un score de santé globale n'étaient pas identiques entre elles, il nous était impossible d'effectuer cette analyse. Cette information nous paraissant importante, nous avons choisi d'interpréter les différentes fréquences de

mesures correspondant à des troubles de santé observés sur une seule et même échelle en reprenant les classes utilisées par le protocole pour interpréter les scores de bien-être ('faible' :  $\text{score} \leq 20$  ; 'acceptable' :  $20 < \text{score} \leq 55$  ; 'bon' :  $\text{score} > 55$ ). Nous avons ainsi positionné les scores obtenus par les troupeaux concernant les boiteries, les altérations tégumentaires et les pratiques d'écornage et de coupe de queue. Les différentes étapes pour aboutir à ce résultat pourtant ordinaire sont coûteuses en temps et complexes, et nécessitent de s'approprier le processus de calcul des scores. Elles permettent de souligner la difficulté liée à l'utilisation du processus d'intégration des données Welfare Quality® par un utilisateur autre qu'un des concepteurs de la méthode

### **1.3. Identification des facteurs de risque de niveau de santé dégradé**

Après avoir décrit le niveau de santé et de bien-être dans les troupeaux bovins laitiers français, nous avons cherché à identifier les mécanismes de dégradation du score de santé globale, aspect de bien-être le plus dégradé (**Chapitre 2**). Pour ce faire, nous avons dû choisir les facteurs de risque à analyser dans notre échantillon. La littérature recense de nombreuses études ayant étudié les facteurs de risque des maladies prises en compte dans ce protocole. A titre d'exemple, les causes de survenue de mammites, très nombreuses et souvent liées aux techniques de traite, sont déjà bien décrites (Dufour et al., 2011 ; Berglund et al., 2002). De par son système d'intégration des données, le protocole Welfare Quality® nous donnait l'opportunité d'explorer les facteurs de risque de mauvaise santé globale en élevage. Confrontés à la limite de l'évaluation ponctuelle, nous n'étions pas en mesure de préciser le lien de causalité pouvant exister entre l'exposition à un facteur et la dégradation ou l'amélioration du score de santé globale, et répondre ainsi à deux des postulats de Hill (Hill, 1965), l'antériorité de l'exposition et la force de l'association. Nous ne pouvions donc pas parler de facteurs 'de risque' ou 'd'exposition' mais plutôt de facteurs 'de variation' du score de santé globale. Nous avons donc fait le choix de sélectionner des facteurs peu variables avec le temps. Ils correspondaient ainsi aux systèmes d'élevage et à certaines pratiques des éleveurs peu variables telles que la gestion de l'alimentation des animaux et de leur état de propreté ou encore la durée passée en stabulation sur l'année. Compte-tenu du caractère transversal de l'étude, le caractère causal des facteurs de variation ne peut être

certain. Certaines mesures peuvent néanmoins, compte-tenu des connaissances, être rangées dans la catégorie facteur de risque, et donc comme ayant conduit à l'apparition du trouble, ici un score de santé global dégradé (**Figure 5-1.**). Ainsi, le logement en logettes est décrit comme un facteur de risque à l'apparition de boiteries et d'altérations de la peau (Haskell et al., 2006), un mauvais état de propreté des animaux est un facteur de risque à l'apparition de mammites (Schreiner and Ruegg, 2003; Reneau et al., 2005; Sant'Anna and Paranhos da Costa, 2011) et de boiteries (Cook and Nordlund, 2009; Relun et al., 2012), une production laitière est un facteur de risque d'apparition de boiteries (**Chapitre 4**) (Green et al., 2002 ; Relun et al., 2013), d'altérations de la peau (Potterton et al., 2011), d'infections intra-mammaires (Bigras-Poulin et al., 1990) et de syndrome de vache couchée (Cox et al., 1986), une proportion élevée de vaches à condition corporelle anormale (trop maigres ou trop grasses) peut prédisposer à la boiterie (Mülling and Greenough, 2006), les vaches Prim'Holstein sont moins résistantes et donc impliquées au début de la chaîne du processus pathologique (Pryce and Veerkamp, 2001; Dematawewa and Berger, 1998) et enfin la traite robotisée peut entraîner une dégradation de la santé en conséquence d'une réduction de la période de pâturage (Regula et al., 2004) et du temps consacré à l'observation des animaux dans ce système souvent adopté dans les grandes exploitations (Fahey et al., 2002). De même, d'autres facteurs peuvent plutôt être classés dans la catégorie des indicateurs de risque et donc plutôt en aval dans la chaîne de causalité, l'apparition des troubles (et donc du score dégradé) entraînant l'apparition de ces facteurs. Par exemple, les vaches boiteuses maigrissent lorsque la douleur ressentie réduit leur déplacement et affecte leur consommation de nourriture (Dippel et al., 2009). Ces mêmes vaches sont aussi généralement plus sales car elles cherchent à se coucher rapidement, y compris dans les couloirs de circulation, pour soulager leur douleur. Enfin, une parité moyenne faible peut être due à un fort taux de réforme en conséquence d'une fréquence élevée de maladies dans le troupeau. Enfin, pour certains critères, les deux positionnements sont envisageables, comme la note d'état corporel qui est connue pour être aussi bien un facteur de risque de boiterie (Bicalho et al., 2009) qu'une conséquence (Huxley, 2013). Ces hypothèses devraient être confirmées par des enquêtes observationnelles dans le cadre d'un suivi longitudinal. Quoi qu'il en soit, en enquête transversale, l'ensemble de ces facteurs peut être considéré comme autant d'indicateurs pouvant être utilisés pour identifier les troupeaux à niveau de santé globale dégradé et dans lesquels une intervention est prioritaire.

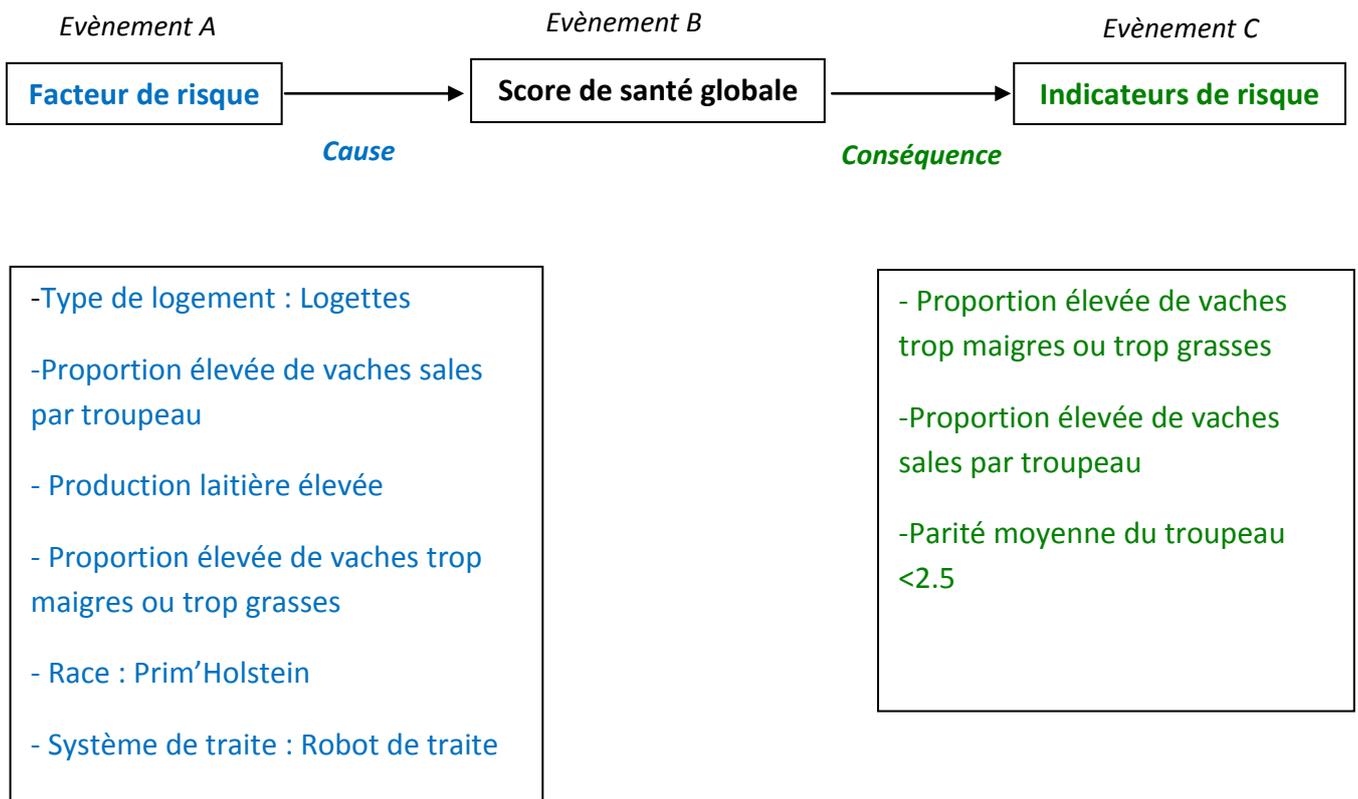


Figure 5-1. Chaîne temporelle de causalité reconstituée pour les facteurs de variation identifiés

#### 1.4. Apport en vue d'une évaluation des mesures de maîtrise de la santé et du bien-être

Un outil de diagnostic, si bon soit-il, ne peut être mis en œuvre à large échelle que s'il aboutit non seulement à des recommandations pertinentes mais que celles-ci peuvent laisser espérer aux éleveurs un bénéfice économique, permettant de soutenir les investissements nécessaires à l'amélioration de la situation. Il faut pour cela évaluer l'efficacité de différentes mesures de maîtrise (médicales ou non) pour maîtriser le trouble, en l'occurrence ici un score de santé globale dégradé. Ces travaux sont du domaine de l'épidémiologie évaluative (études d'intervention). Nous n'avons pas réalisé cette étape au cours de ce projet de thèse car l'évaluation de l'efficacité des mesures de maîtrise n'était pas notre objectif et de plus le temps nécessaire à l'amélioration de la situation n'était pas compatible avec la durée de la thèse. L'identification des recommandations est également délicate sur la base de nos seuls résultats. En effet beaucoup des facteurs identifiés ne sont pas ou peu modifiables en l'état car faisant partie intégrante du système tels la race

dominante dans le troupeau, le système de traite, le type de logement ou encore la zone géographique. Néanmoins, l'impact de la modification de certains facteurs de variation identifiés comme facteurs de risque tels que, par exemple, les mesures liées à l'état de propreté des vaches pourrait à l'avenir être analysées au cours d'un suivi longitudinal. En revanche, nous avons produit des premières bases pour une évaluation coût-bénéfice ultérieure à travers l'étude de l'association entre la production laitière et le score de bien-être (**Chapitre 4**). Ces résultats ont montré que les vaches produisaient plus de lait lorsqu'elles étaient moins stressées et moins exposées à des interactions agressives avec leurs congénères. Confrontés une nouvelle fois à la limite de l'enquête transversale, la difficulté était de ne pas être en mesure de mettre en évidence un lien de cause à effet entre la production laitière et le niveau de bien-être dans une étude transversale.

## 2. Apport et limites des résultats de la thèse

Les résultats obtenus suite à la mise en œuvre du protocole Welfare Quality® dans les 131 troupeaux de notre étude rapportent que la santé est l'aspect le plus dégradé parmi l'ensemble des composantes du bien-être. Ces résultats confirment les avis exprimés par les experts de l'EFSA en 2009 qui avaient pointé la santé des vaches laitières comme le facteur le plus préoccupant du bien-être (EFSA, 2009) (**Chapitre 2**). Au regard des seuils fixés par les experts, les mesures de santé principalement responsables de ce score de santé globale dégradé étaient une fréquence trop élevée de mammites subcliniques, de dystocies et l'absence de recours à des substances anesthésiques ou analgésiques lors de l'écornage des veaux. En dehors des mammites subcliniques dont la prévalence peut être réduite en mettant en place des mesures correctrices pour limiter l'incidence et améliorer la guérison, les éleveurs peuvent difficilement obtenir de meilleurs résultats pour les autres troubles de santé. En effet, les dystocies sont liées à de nombreux facteurs pour certains non maîtrisables par l'éleveur (présentation anormale du veau au moment du vêlage par exemple). Concernant l'utilisation d'anesthésiques lors de l'écornage, elle n'est actuellement pas autorisée en France. Les éleveurs sont donc responsables seulement en partie de ce résultat même si l'utilisation d'anti-inflammatoire non stéroïdiens, elle autorisée, pourrait constituer une alternative *a minima* et être administrée de façon systématique. La

prévalence moyenne de jetage nasal était relativement élevée (16,4%) chez les vaches dans notre étude qui s'est déroulée en période hivernale. Le jetage nasal était défini comme un écoulement clairement visible des narines, de couleur transparent à vert-jaune et souvent de consistance épaisse. Cette mesure a été considérée au sein de ce protocole de façon concomitante avec la toux et la fréquence respiratoire des animaux pour diagnostiquer la présence de troubles respiratoires dans le troupeau. Alors que la présence d'une toux, d'une respiration difficile et d'un jetage nasal purulent sont effectivement évocateurs de la présence de troubles respiratoires chez les bovins, l'observation seule d'un jetage clair de consistance plus ou moins épaisse ne peut pas être considérée comme un réel signe clinique de trouble respiratoire en particulier en période hivernale (Radostits et al., 2007). De plus, si une forte prévalence peut être observée chez les veaux ou les taurillons en engraissement, la majorité des troubles respiratoires chez l'adulte surviennent de façon sporadique sur quelques animaux seulement, à l'exception de la bronchite vermineuse (Radostits et al., 2007). A contrario, nous avons observé une prévalence moyenne très faible d'écoulement oculaire (2,8%). Cet écoulement est le plus souvent évocateur chez les bovins adultes de troubles oculaires de type kératoconjonctivite sèche, trouble de santé douloureux qui se rencontre le plus souvent à l'été lors de la période d'activité maximale des mouches, vectrices de l'agent pathogène en cause. La prévalence observée pour ces deux mesures dans notre étude réalisée en période hivernale est donc cohérente. L'incidence cumulée de dystocies (5,7%) dans notre échantillon était comparable avec les valeurs déjà publiées en France (6,6%, Fourichon et al., 2001) et en Irlande (2-7%, Mee, 2008). Il en est de même pour la prévalence de boiteries (14,7% versus 22% aux Royaume-Uni (Whay et al., 2003)) et l'incidence cumulée de mortalité (3,2% versus 1-5% (Thomsen et Houe, 2006, revue ; Raboisson et al., 2011)). Pour les autres troubles de santé, il est difficile de faire des comparaisons avec les données existantes dans la littérature puisque les méthodes de diagnostic sont différentes (par exemple, un seuil de 400 000 cellules/mL est utilisé dans ce protocole pour évaluer la prévalence de mammites subcliniques alors que le seuil de référence utilisé à l'international est de 200 000 cellules/mL (Dohoo et Leslie, 1991)). Néanmoins, pour les mesures 'classiques' du protocole, les prévalences observées similaires aux études disponibles nous confortent sur la qualité de la mesure fournie par l'outil. Mais, nous disposons de très peu de bases de comparaison d'autant plus que les résultats globaux issus de la réalisation de ce protocole dans d'autres pays ne sont pas encore communiqués.

Seule une récente étude menée aux Pays-Bas (de Vries et al., 2013) rapporte les résultats issus de la réalisation de ce protocole dans 196 troupeaux bovins laitiers sélectionnés au hasard. Malheureusement, elle ne mentionne que les résultats obtenus par les troupeaux pour l'évaluation globale du bien-être et de quelques mesures, aucune information n'est disponible concernant le score de santé globale. De plus, le tirage au sort des troupeaux a été effectué au sein d'une liste établie pour comporter des troupeaux à faible et forte prévalence de troubles de santé de façon à mener une analyse de sensibilité sur l'importance relative des différentes mesures de bien-être du protocole Welfare Quality® dans l'évaluation globale. Pour ce faire, les auteurs se sont basés sur une base de données répertoriant la prévalence des troubles de santé des troupeaux. Ils ont calculé un score de santé des troupeaux (autre que celui utilisé dans le protocole Welfare Quality®) allant de 0 (faible) à 50 (bon). Ils ont finalement retenus les 5% de troupeaux à score dégradé (score  $\leq 40$ ) et les 5% à score le plus élevé (score  $> 40$ ). L'échantillon ainsi constitué permettait de disposer de troupeaux à profil de bien-être extrêmement différent. A la différence de la nôtre, cette étude n'avait donc pas pour objectif de décrire le niveau de bien-être et de santé dans les troupeaux Néerlandais, nous ne pouvons donc pas comparer les résultats obtenus. Cette étude néerlandaise émet de plus un regard critique sur le système d'agrégation des scores du protocole Welfare Quality concluant que, selon les poids définis par les experts lors de la conception du protocole, les mesures de santé n'auraient qu'une très faible influence sur le niveau de bien-être global des troupeaux de leur échantillon. Les mesures identifiées comme les plus impactantes du score de bien-être global étaient le nombre de collisions avec les équipements durant le couchage et le nombre de points d'eau. Les auteurs concluent ainsi que la classification des troupeaux sur le modèle d'agrégation actuel tendrait à favoriser l'amélioration de certaines mesures de bien-être au détriment d'autres dont celles liées à la santé des troupeaux. Il semble donc que les poids attribués aux mesures par les experts ainsi que le système d'agrégation utilisé nécessitent d'être réexaminés afin que l'évaluation finale reflète mieux l'état de santé des troupeaux.

Dans l'objectif d'évaluer l'effet du pâturage sur le bien-être des vaches laitières, Burow et al. (2013) se sont basés sur la mise en œuvre du protocole Welfare Quality® mais en ne sélectionnant que 17 mesures sur les 33 incluses dans le protocole. Cette sélection les a conduits à revoir le système d'agrégation Welfare Quality® qui nécessite la collecte de

l'ensemble des mesures pour être applicable. Dans cette étude, un score a été calculé pour chacune des mesures en fonction de sa prévalence dans l'échantillon et du poids qui lui a été attribué par un groupe de 20 experts composé de vétérinaires et de chercheurs Danois. Au final, le troupeau évalué obtenait un score global calculé à partir de la somme pondérée du score des mesures. Selon les résultats de cette étude, chaque mesure pouvait influencer fortement le score final dans ce système qui repose sur une simple étape d'agrégation linéaire des mesures dans un score global et non plus sur une agrégation hiérarchique des données.

Les résultats de cette thèse rapportent que certains systèmes et certaines pratiques d'élevage sont significativement associés à une variation du score de santé globale. En effet, ce score était plus élevé dans les troupeaux bovins laitiers français en aire paillée, avec traite en salle de traite, localisés en montagne, et dans lesquels prédominaient des vaches de race Montbéliarde, comparé respectivement à des troupeaux en logettes, avec traite robotisée, localisés en plaine, et dans lesquels prédominaient des vaches de race Prim'Holstein. De plus, une parité moyenne du troupeau faible, une forte proportion de vaches sales et des vaches à état corporel anormal (trop maigres ou trop grasses) étaient des facteurs associés à un score de santé globale inférieure. Nous avons déjà discuté dans le **chapitre 2** de la forte cohérence de ces résultats avec les connaissances antérieures. Un point notable était que ce score variait finalement peu au sein de chacun d'entre eux. Par exemple, la différence de score moyen entre les troupeaux de vaches Montbéliardes et de vaches Prim'Holsteins, bien que significative, n'était que de 3 points. Cette faible variabilité suggère que d'autres facteurs, liés à des pratiques de tous les jours non mesurées dans notre étude, doivent jouer un rôle important dans le niveau de santé globale du troupeau. Parmi ces facteurs, on peut supposer un rôle central de la personnalité de l'éleveur et de sa perception de son métier. En effet, Hemsworth (2003) rapportait l'existence de corrélations positives entre l'attitude de l'éleveur vis-à-vis de ses animaux et leur état de bien-être et leurs performances zootechniques. Pour être mises en évidence, ces relations doivent être analysées par des observations répétées en élevage qu'il nous était impossible d'appliquer dans le cadre d'une enquête transversale.

Nous pouvons également considérer le niveau de production laitière d'un troupeau comme une caractéristique forte définissant un certain type de système d'élevage, à même

d'influer lui aussi sur la santé des troupeaux. Dans notre échantillon, la production laitière individuelle était associée de façon positive aux scores des critères liés à l'expression des comportements sociaux et à l'état émotionnel positif des troupeaux (**Chapitre 4**). En revanche, une association négative a été mise en évidence avec les scores de santé des troupeaux. Cette relation pouvait être attendue étant donné que la littérature décrit la production laitière comme un facteur de risque d'apparition de nombreux troubles de santé tels que les boiteries (Green et al., 2002 ; Relun et al., 2013) ou encore les infections intra-mammaires (Bigras-Poulin et al., 1990). A l'inverse, une production laitière diminuée peut également être une conséquence de la présence de troubles de santé (Fourichon et al., 1999). La production laitière peut donc se positionner à la fois comme cause ou conséquence de la présence de troubles de santé selon la succession temporelle des événements. Nous pouvons ainsi supposer qu'une amélioration de la santé dans les troupeaux où elle est dégradée, et où l'association négative avec la production a donc été observée, permettrait aux vaches de ce troupeau de produire plus ultérieurement. Ainsi, un suivi longitudinal compléterait les résultats de notre étude en décrivant de façon dynamique l'association entre l'amélioration du niveau de santé des troupeaux et la quantité de lait produit par les vaches. Les associations contradictoires entre la production laitière et les diverses composantes du bien-être concourent à l'absence d'association démontrée ici entre le score global de bien-être des troupeaux et la production laitière.

Afin d'évaluer la possibilité d'enrichir les interprétations issues du protocole Welfare Quality®, nous avons étudié la valeur informative d'indicateurs sanitaires collectés sur les animaux dans le but de permettre la discrimination des vaches atteintes de boiterie de longue ou de courte durée au cours d'une visite ponctuelle en élevage (**Chapitre 3**). Notre hypothèse de départ était que certains indicateurs sanitaires évoluaient au fur et à mesure que la boiterie persiste. Dans un premier temps, nous avons évalué la valeur informative des indicateurs sanitaires collectés dans le protocole Welfare Quality®. Les valeurs prédictives de ces indicateurs étant modérées aussi bien dans notre échantillon que pour une large gamme de prévalences attendues. Nous avons réalisé le même travail en augmentant le degré de précision des indicateurs testés sous l'hypothèse que cela conduirait à une meilleure valeur informative. Là encore, les valeurs prédictives de notre outil restaient modérées. Les altérations tégumentaires présentaient une bonne spécificité (Sp) mais une faible sensibilité

(Se) et de ce fait n'étaient pas très discriminantes. Ce manque de sensibilité peut être attribué d'une part à l'effectif restreint d'animaux atteints de ces lésions dans notre échantillon, mais aussi à une durée trop courte de notre suivi ne nous ayant pas permis de laisser le temps nécessaire à l'apparition de telles lésions. Une des perspectives d'amélioration serait selon nous l'augmentation de la durée du suivi afin de mieux comprendre la dynamique d'apparition et de disparition des indicateurs sanitaires tels que les altérations de la peau. En effet, nous supposons qu'une durée de boiterie supérieure à celle que nous avons considérée est nécessaire pour induire leur apparition. Un état de maigreur défini par le protocole Welfare Quality® (note d'état corporel moyenne de 1) équivaut dans la grille de référence française à une note inférieure ou égale à 2 sur une échelle allant de 0 à 5. Comme attendu, cet indicateur Welfare Quality® a présenté une sensibilité moins bonne que la note d'état corporel au flanc  $\leq 2.5$ , moins extrêmisée. Là encore, cette plus faible sensibilité semble liée à la durée de la boiterie qui n'a probablement pas été suffisante pour induire un amaigrissement aussi important. La note d'état corporel a présenté une faible spécificité, aussi bien celle utilisée dans le protocole Welfare Quality® que celles que nous avons redéfinies. Un amaigrissement a donc également été observé chez les vaches boiteuses de courte durée. Certaines maladies métaboliques telles que la cétose induisent un amaigrissement de l'animal (Radostits et al., 2007). Cet amaigrissement par la fonte du coussinet plantaire présent sous la troisième phalange prédispose à la survenue de fourbure, se traduisant cliniquement par une boiterie. Dans ce cas de figure, l'amaigrissement de l'animal n'est plus la conséquence mais la cause de la boiterie (Bicalho et al., 2009), et peut alors être observé chez des vaches boiteuses de courte durée.

En l'état actuel de nos résultats, 4 indicateurs différents ont présenté les valeurs informatives les plus élevées pour discriminer les boiteries de longue et de courte durée. Il s'agit de la note d'état corporel moyenne (maigre) du protocole Welfare Quality® et des 3 indicateurs que nous avons redéfini à savoir une note d'état corporel au flanc  $\leq 2,5$  et des deux indicateurs combinés note d'état corporel Flanc  $\leq 2,5$  ou Note d'état corporelle Arrière  $\leq 2$  et Note d'état corporel Flanc  $\leq 2,5$  ou Absence de poils quartier postérieur zone B supérieure à 2 cm. L'objectif de notre étude était de maximiser la sensibilité des indicateurs potentiels afin de ne pas passer à côté d'un profil de troupeau avec une forte persistance de

boiteries lors d'évaluation au sein de troupeaux confrontés à une forte prévalence de boiterie. Parmi les 4 indicateurs identifiés, l'observation d'une note d'état corporel au flanc  $\leq 2,5$  ou d'une note d'état corporel à l'arrière  $\leq 2$  sur des vaches boiteuses ont présenté la meilleure sensibilité et semblent donc constituer au vu de nos résultats les meilleurs candidats pour discriminer les boiteries de longue et de courte durée. De plus, ces indicateurs sont rapidement relevés en élevages et présentent l'avantage d'être déjà appliqués en routine. Ainsi, si la proportion de vaches maigres parmi les vaches boiteuses est élevée, il existe une forte suspicion de persistance des états de boiterie dans le troupeau. L'observation d'absence de poils au quartier postérieur en Zone B supérieure à 2cm, indicateur à forte spécificité, pourrait être utilisée en complément pour confirmer ce diagnostic. On aurait pu s'attendre à une faible spécificité des altérations tégumentaires plus fréquentes en logettes qu'en aire paillée. Pourtant, certaines lésions corporelles bien spécifiques semblent être caractéristiques des vaches boiteuses, vraisemblablement des escarres liés à leur maigreur et à leur temps de couchage prolongé. Il faudrait tout de même vérifier que de telles lésions se développent aussi sur des vaches boiteuses de longue durée logées en aire paillée.

Dans cette étude, nous avons fait le choix de considérer boiteuses les vaches ayant un score de locomotion  $\geq 3$  (grille de Thomsen et al., 2008), c'est-à-dire une démarche irrégulière. A partir du score 4, l'observation de mouvements de tête et une distinction évidente du membre affecté s'ajoutent à ce critère. La vache boite alors de façon évidente et les mouvements de tête exprimés à chaque pas traduisent la douleur ressentie. Nous pouvons supposer que l'état général d'un animal va se dégrader avec la persistance de la boiterie mais également sa sévérité. L'exploration de l'utilité de ce score pour discriminer les vaches boiteuses de longue et de courte durée sur la base d'indicateurs sanitaires est donc une perspective à envisager.

Cette même recherche de critères permettant de discriminer les troupeaux à trouble de santé persistant ou non pourrait être menée sur la problématique des mammites subcliniques (trouble fréquent et de durée variable). A l'heure actuelle, les calculs d'indicateurs de prévalence et d'incidence des infections intra-mammaires à partir des données de contrôle laitier mensuel sont bien définis (UMT Maîtrise de la Santé des Troupeaux Bovins, 2011 ; Dufour et Dohoo, 2013). En revanche, aucun indicateur de

persistance n'a été proposé : c'est par la mise en cohérence du niveau de prévalence avec celui de l'incidence que l'on déduit s'il y a une forte persistance ou non des infections. L'objectif serait de disposer d'un indicateur de persistance qui puisse être collecté sans ce travail de déduction et donc déterminé plus précisément. Dans une étude que nous avons commencée à mener au cours de cette thèse mais qui n'a pas été présentée dans ce manuscrit, le calcul du pourcentage de concentrations en cellules somatiques individuelles supérieur à 600 000 cellules/mL sur trois contrôles laitiers consécutifs permettait d'estimer le nombre de jours de douleur liés aux infections intra-mammaires au sein d'un troupeau (Truffert, 2012). Ces résultats laissent donc présager des perspectives intéressantes pour enrichir l'information apportée par le protocole Welfare Quality® lors d'une visite ponctuelle.

### **3. Perspectives pour le conseil**

Les systèmes intensifiés ont été mis en place pour répondre à un objectif essentiellement économique par une recherche constante d'augmentation de la productivité du travail (Porcher, 2004). Cependant, les modifications comportementales et l'apparition des maladies de production chez les animaux d'élevage témoignent que ces derniers peinent à s'adapter à ces systèmes (Dantzer, 2002 ; Bigras-Poulin et al., 1990 ; Green et al., 2002). Dans le contexte économique actuel de l'agriculture, les éleveurs ont l'obligation de se soumettre à des normes de bien-être animal dans le cadre de la Politique Agricole Commune (PAC) pour percevoir des aides européennes souvent indispensables à la survie de leur exploitation. Pour les éleveurs, cela revient paradoxalement à mettre en œuvre des pratiques respectant le bien-être de leurs animaux tout en suivant les procédures de travail imposées par ces systèmes intensifiés (Porcher, 2004). Pourtant, la grande majorité d'entre eux témoigne d'un profond désir d'offrir un réel bien-être à leurs animaux et sont favorables à la prise en compte de davantage d'exigences concernant le bien-être animal (Bertin et al., 2006). Cependant, l'adoption de mesures qui sont parfois coûteuses pour améliorer le bien-être de leurs animaux est par conséquent envisageable que s'ils y trouvent leur compte, par une meilleure valorisation de leur travail via la qualité de leurs produits, une rétribution financière avantageuse ou encore une reconnaissance de leurs

efforts par la société (Bertin et al., 2006). Ainsi, la mise en évidence d'associations entre le niveau de bien-être des troupeaux et certains aspects zootechniques liés à un aspect économique tels que la quantité de lait produite, les performances de reproduction ou encore la longévité des vaches peut attirer les éleveurs vers cette démarche d'amélioration du bien-être de leurs animaux. Nos résultats ont mis en évidence une association positive entre la production laitière des vaches et les scores des critères liés à l'expression des comportements sociaux et à l'état émotionnel positif des troupeaux (**Chapitre 4**). En revanche, notre étude n'a pas permis de mettre en évidence une association positive entre la production laitière des vaches et le niveau de bien-être global d'un troupeau. Ces résultats sont cependant à modérer étant donné le caractère ponctuel de l'enquête. Ils constituent cependant de premiers éléments pour une analyse technico-économique du rapport coût-bénéfice lié à une amélioration du niveau de bien-être d'un troupeau observable au cours d'un suivi longitudinal. La caractérisation de l'effet du niveau de bien-être sur la longévité pouvant être menée par une analyse de survie n'a pas pu être réalisée en enquête transversale, elle serait possible à réaliser en enquête longitudinale mais nécessiterait un protocole d'étude de plusieurs années. Nous avons mis en évidence que l'âge moyen des animaux était plus faible dans les troupeaux à faible niveau de santé (**Chapitre 2**). Nous pouvons ainsi supposer une association positive entre le niveau de bien-être d'un troupeau et la longévité des vaches. Autrement dit, les vaches peuvent vieillir dans les troupeaux dans lesquels le bien-être est respecté, et de ce fait devenir rentables pour l'éleveur.

Une autre façon d'inciter les éleveurs à entrer dans une démarche d'amélioration du bien-être de leurs vaches laitières est l'incitation par les prix. Ceci peut être une stratégie des industries laitières, qui rémunéreraient les efforts faits pour l'obtention d'un certain niveau de bien-être animal par un prix à la production plus élevé. Cependant, ce dispositif sous-entend que l'industriel commercialise ses produits transformés à partir du lait certifié « haut respect du bien-être animal » à un prix plus élevé. Cette stratégie a peu de chances de voir le jour sur la gamme des produits laitiers. En effet, l'image que l'on veut faire passer aux consommateurs est celui du lait, produit naturel et noble, issu de vaches élevées au pâturage. Il serait certainement très dommageable pour l'image du lait, pour l'instant à l'abri des suspicions, de communiquer sur le fait que des vaches sont plus heureuses que d'autres... Cependant, une différenciation des produits sur des critères de bien-être animal

(entre autres critères différenciant) existe d'ores et déjà sur les produits laitiers ; il s'agit des produits issus de l'agriculture biologique. En effet, le cahier des charges relatif à la production biologique et à l'étiquetage des produits biologiques ([règlement \(CE\) n°834/2007](#)) défini, dans son premier alinéa, la production biologique comme un « système global de gestion agricole et de production alimentaire qui allie les meilleures pratiques environnementales, un haut degré de biodiversité, la préservation des ressources naturelles, l'application de normes élevées en matière de bien-être animal et une méthode de production respectant la préférence de certains consommateurs à l'égard de produits obtenus grâce à des substances et à des procédés naturels ». Dans les faits, les obligations du cahier des charges relatives au bien-être animal sont peu nombreuses et portent sur l'environnement des animaux (par exemple, l'attache ou l'isolement des animaux d'élevage sont interdits, les animaux d'élevage bénéficient d'un accès permanent à des espaces de plein air, de préférence à des pâturages, ...). Compte tenu de la faible implication des systèmes d'élevage dans la variation du bien-être animal que nous avons observé, la certification des élevages en agriculture biologique devrait reposer, maintenant que le protocole Welfare Quality® est disponible, sur une évaluation du bien-être basée sur une large gamme d'observations des animaux et non sur l'évaluation de l'environnement des animaux.

Dans le cas de programmes de certification ou de volonté d'amélioration rapide de la situation des troupeaux, l'identification des troupeaux à problèmes de santé permettrait de prioriser les interventions. Ainsi, les troupeaux à fort niveau de production laitière, avec une parité moyenne faible, de même que les systèmes d'élevage en logettes, avec traite robotisée, dans lesquels prédominent des vaches de race Prim'Holstein pourraient être utilisés pour cibler préférentiellement les troupeaux dans lesquels des actions d'amélioration de la santé doivent être implémentées (**Chapitre 2 ; Chapitre 4**). En termes de faisabilité, certains de ces indicateurs tels que le niveau de production laitière et la parité moyenne du troupeau peuvent être collectés rapidement et donc à faible coût via leur récupération sur des bases de données nationales et ce, même si les éleveurs ne sont pas adhérents au contrôle laitier.

Présenté comme un outil pouvant servir de base à la fois à des programmes de certification et au conseil en élevages (Veissier et al., 2010), la réalisation du protocole

Welfare Quality® dans un large échantillon de troupeaux nous a permis de relever quelques éléments qu'il conviendrait de rajouter afin d'enrichir ce protocole pour permettre son utilisation à des fins de conseil en élevages. Une méthode d'évaluation dont les résultats peuvent être utilisés à des fins d'intervention et de conseil en élevage doit permettre d'encourager les producteurs à améliorer la situation de leurs troupeaux. Pour être appliqués par les éleveurs, les recommandations et les conseils doivent en effet être écoutés et compris et basés sur des objectifs d'amélioration réalistes et atteignables. Suite à la réalisation du protocole Welfare Quality® dans 131 troupeaux bovins laitiers, nous avons conviés les éleveurs de l'étude situés en Bretagne à un comité technique en collaboration avec le GDS du Morbihan. Cette réunion était pour nous l'occasion de recueillir leur avis sur le protocole utilisé et sur les résultats obtenus. Les éleveurs ont été surpris de constater que 97.6% d'entre eux avaient obtenu un score défini comme acceptable pour le critère de bien-être 'Absence de douleur induite par les pratiques d'élevage', c'est-à-dire un score peu élevé (ressenti par eux comme en dessous de la moyenne qu'ils fixaient intuitivement à 50 sur 100). L'évaluation de ce critère repose sur l'utilisation d'anesthésiques et/ou d'analgésiques lors de l'écornage et de la coupe de queue. Alors qu'en Suisse, les éleveurs sont autorisés à pratiquer, après formation par leur vétérinaire, l'écornage avec utilisation d'anesthésiques (Le Neindre et al., 2009), la réglementation française actuelle interdit aux éleveurs la détention d'anesthésiques locaux. De ce fait, même en utilisant des analgésiques de type anti-inflammatoire non stéroïdiens (AINS) qui eux en revanche sont autorisés, les éleveurs de notre étude ne pouvaient pas obtenir un bon score pour ce critère. La réalisation du protocole Welfare Quality® dans les troupeaux néerlandais conduirait à un score maximum pour ce critère étant donné que cette pratique est uniquement réalisée par les vétérinaires. Le même score serait également obtenu au Danemark puisque cette pratique, réalisée en vue de réduire les risques de blessures pour l'éleveur et entre animaux, est interdite. La coupe de queue des bovins, destinée à réduire les risques de blessures et de gangrènes consécutives à des piétinements, est autorisée en France même si elle est très peu répandue. En revanche, elle est interdite dans de nombreux pays comme la Suisse, l'Allemagne, et le Danemark (Chemineau, 2013). Ces réglementations différentes entre les différents pays soulèvent la limite de l'approche européenne visée par le protocole Welfare Quality®. Une des perspectives serait de disposer d'algorithmes différents en fonction de pays pour ces mesures dépendantes de la réglementation nationale. Cependant, il semble

pour ces mesures que le conseil soit plutôt dirigé vers les décideurs institutionnels et non vers les éleveurs, et qu'un assouplissement de la réglementation concernant l'utilisation d'anesthésiques en France doive être fait. D'autre part, les éleveurs ont été surpris de constater que la mise en place de mesures d'action pour réduire la prévalence de mammites subcliniques était jugée nécessaire chez plus de 50% d'entre eux (**Chapitre 2**). Selon les experts, ces mesures doivent être mises en place dès lors que le pourcentage de vaches d'un troupeau ayant eu une concentration en cellules somatiques supérieure ou égale à 400 000 cellules/mL au moins une fois au cours des trois derniers mois avant la visite atteint 17,5%. Il nous semble nécessaire que ce besoin d'intervention soit confirmé dans ce protocole par des indicateurs supplémentaires classiquement relevés pour décrire les infections intra-mammaires tels que la concentration en cellules somatiques dans le lait de tank ou encore l'incidence de mammites cliniques (Dufour et al., 2011). D'autre part, la littérature décrit une prévalence plus importante de boiterie et d'altérations tégumentaires en logettes qu'en aire paillée en raison d'un confort de couchage différent (Haskell et al., 2006; Webster, 2002; Livesey et al., 2002). A contrario, l'hygiène de la litière étant moins bonne en aire paillée, la prévalence d'infections intra-mammaires est supérieure dans ce système (Fregonesi and Leaver, 2001; Bareille et al., 1998). A l'issue de l'évaluation, les objectifs fixés en termes de prévalence atteignable par les éleveurs pour ces deux troubles de santé ne doivent donc pas être les mêmes dans ces deux systèmes. Par ailleurs, les recommandations délivrées à l'issue de la réalisation du protocole dépendent des mesures observées au cours de la visite. Dans le protocole Welfare Quality®, l'évaluation de l'alimentation (absence de faim) repose uniquement sur la mesure de la note d'état corporel des animaux. Or, la note d'état corporel d'une vache n'est pas seulement dépendante de la quantité et de la qualité de la ration distribuée, elle varie également selon sa parité, son stade de lactation et son niveau de production (Roche et al., 2009) Ces indicateurs zootechniques devraient donc être relevés pour pouvoir discuter des causes d'un état corporel anormal avec plus de précision (Botreau, 2008). De plus, pour éviter ces biais d'interprétation, l'évaluation de l'alimentation devrait reposer sur davantage d'indicateurs tels que l'analyse de la ration distribuée par l'éleveur. Quelques indices simples pourraient être relevés en routine tels que la quantité distribuée par l'éleveur. Si la proportion de vaches maigres dans le troupeau est élevée, des indicateurs plus spécifiques pourraient être d'évaluer la quantité ingérée par les vaches et la valorisation de la ration, autrement dit la capacité d'une vache à digérer. Plus simplement, la mesure de

l'absence de faim dans ce protocole pourrait être complétée à l'aide d'un test de motivation alimentaire au cours duquel il serait mesuré le temps mis par une vache à se déplacer vers une source alimentaire. Enfin, certaines mesures de ce protocole telles que l'écoulement nasal (tel qu'il est mesuré) et oculaire sont fortement dépendantes de la saison d'observation et ne semblent donc pas pertinentes à retenir pour une évaluation ponctuelle du bien-être des troupeaux réalisée dans une perspective de conseil en élevages.

De plus, l'observation d'une proportion importante de vaches maigres parmi les vaches boiteuses d'un troupeau pourrait également être utilisée pour orienter les recommandations vers un renforcement des méthodes de détection et de traitement au sein de ces troupeaux dans lesquels les états de boiterie seraient persistants (**Chapitre 3**).

## Références bibliographiques

Bareille, N., Seegers, H., Fourichon, C., Beaudeau, F., Malher, X., 1998. Survenue et expression des mammites cliniques et subcliniques en troupeaux bovins laitiers : facteurs de risque liés à la conception et à l'utilisation du bâtiment. In Rencontre Recherche Ruminants symposium n°5, Paris, France, pages 297-300.

Berglund, I., Pettersson, G., Svennersten-Sjaunja, K., 2002. Automatic milking: effects on somatic cell count and teat-end quality. *Livest. Prod. Sci.* 78, 115-124.

Bertin, M., Kling-Eveillard, F., Dockès, A. C., 2006. Les éleveurs bovins parlent du bien-être animal dans les démarches qualité. Institut de l'Élevage, collection Résultats, Paris, France, 46 pages.

Bicalho, R. C., Machado, V. S., Caixeta, L. S., 2009. Lameness in dairy cattle: A debilitating disease or a disease of debilitated cattle? A cross-sectional study of lameness prevalence and thickness of the digital cushion. *J. Dairy Sci.* 92, 3175-3184.

Bigras-Poulin, M., Meek, A. H., Martin, S. W., 1990. Interrelationships among health problems and milk production from consecutive lactations in selected Ontario Holstein cows. *Prev. Vet. Med.* 8, 15-24.

Botreau, R., 2008. Evaluation multicritère du bien-être animal. Exemples des vaches laitières en ferme. PhD thesis, Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (Agro Paris Tech), 436 pages.

Burow, E., Rousing, T., Thomsen, P. T., Otten, N. D., Sørensen, J. T., 2013. Effect of grazing on the cow welfare of dairy herds evaluated by a multidimensional welfare index. *Animal.* 7, 834-842.

Capdeville, J., Veissier, I., 2001. A method of assessing welfare in loose housed dairy cows at farm level, focusing on animal observations. *Acta Agr. Scand. Section A, Animal Science Supplementum.* 30, 62-68.

Chemineau, P., 2013. Douleurs animales en élevages. Editions Quae. 129 pages.

Cook, N. B., Bennett, T. B., Nordlund, K. V., 2005. Monitoring indices of cow comfort in free-stall-housed dairy herds. *J. Dairy Sci.* 88, 3876-3885.

Cook, N. B., Nordlund, K. V., 2009. The influence of the environment on dairy cow behavior, claw health and herd lameness dynamics. *Vet. J.* 179, 360-369.

Cox, V. S., Marsh, W. E., Steuernagel, G. R., Fletcher, T. F., Onapito, J. S., 1986. Downer cow occurrence in Minnesota dairy herds. *Prev. Vet. Med.* 4, 249-260.

Dantzer, R. 2002. Le bien-être des animaux d'élevage. Agrobiosciences. 14 pages.

Dematawewa, C. M., Berger, P. J., 1998. Genetic and phenotypic parameters for 305-days yield, fertility, and survival in Holsteins. *J. Dairy Sci.* 81, 2700-2709.

De Vries, M., Bokkers, E. A. M., Van Schaik, G., Botreau, R., Engel, B., Dijkstra, T., de Boer, I. J. M., 2013. Evaluating results of the Welfare Quality multi-criteria evaluation model for the classification of dairy cattle welfare at the herd level. *J. Dairy Sci.* 96, 1-10.

Dippel, S., Dolezal, M., Brenninkmeyer, C., Brinkmann, J., March, S., Knierim, U., Winckler, C., 2009. Risk factors for lameness in cubicle housed Austrian Simmental dairy cows. *Prev. Vet. Med.* 90, 102-112.

Dohoo, I. R., Leslie, K. E., 1991. Evaluation of changes in somatic cell counts as indicators of new intramammary infections. *Prev. Vet. Med.* 10, 225-237.

Dohoo, I. R., Martin, W., Stryhn, H., 2010. *Veterinary Epidemiology research*. 2<sup>nd</sup> edition. Editions Ver Inc. 865p.

Dufour, S., Fréchette, A., Barkema, H. W., Mussell, A., Scholl, D. T., 2011. Invited review: Effect of udder health management practices on herd somatic cell count. *J. Dairy Sci.* 94, 563-579.

Dufour, S., Dohoo, I., 2013. Monitoring herd incidence of intramammary infection in lactating cows using repeated longitudinal somatic cell count measurements. *J. Dairy Sci.* 96, 1568-1580.

EFSA Reports., 2009. Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare on a request from European Commission on welfare of dairy cows. Effects of farming systems on dairy cow welfare and disease. The EFSA Journal. 1143, 1-38.

Fahey, J., O'Sullivan, K., Crilly, J., Mee, J. F., 2002. The effect of feeding and management practices on calving rate in dairy herds. Anim. Reprod. Sci. 74, 133-150.

Fourichon, C., Seegers, H., Bareille, N., Beaudeau, F., 1999. Effects of disease on milk production in the dairy cow: A review. Prev. Vet. Med. 41, 1-35.

Fourichon, C., Beaudeau, F., Bareille, N., Seegers, H., 2001. Incidence of health disorders in dairy farming systems in western France. Livest. Prod. Sci. 68, 157-170.

Fregonesi, J. A., Leaver, J. D., 2001. Behaviour, performance and health indicators of welfare for dairy cows housed in strawyard or cubicle systems. Livest. Prod. Sci. 68, 205-216.

Green, L. E., Hedges, V. H., Schukken, Y. H., Blowey, R. W., Packington, A. J., 2002. The impact of clinical lameness on the milk yield of dairy cows. J. Dairy Sci. 85, 2250-2256.

Haley, D. B., Rushen, J., de Passillé, A. M., 2000. Behavioural indicators of cow comfort: activity and resting behaviour of dairy cows in two types of housing. Can. J. Anim. Sci. 80, 257-263.

Haskell, M. J., Rennie, L. J., Bowell, V. A., Bell, M. J., Lawrence, A. B., 2006. Housing system, milk production, and zero-grazing effects on lameness and leg injury in dairy cows. J. Dairy Sci. 89, 4259-4266.

Hemsworth P.H., 2003. Human-animal interactions in livestock production. Appl. Anim. Behav. Sci. 81, 185-198.

Hill, A. B., 1965. The environment and disease: Association or causation? Proc. R. Soc. Med. 58, 295-300.

Huxley, J.N., 2013. Impact of lameness and claw lesions in cows on health and production. Livest. Sci. *In press*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2013.06.012>.

Kemp, M. H., Nolan, A. M., Cripps, P. J., Fitzpatrick, J. L., 2008. Animal-based measurements of the severity of mastitis in dairy cows. *Vet. Rec.* 163, 175-179.

Knierim, U., Winckler, C., 2009. On-farm welfare assessment in cattle: validity, reliability and feasibility issues and future perspectives with special regard to the Welfare Quality approach. *Anim. Welfare.* 18, 451-458.

Laurent, E., 2012. Répétabilité, stabilité et reproductibilité de la méthode d'évaluation du bien-être animal Welfare Quality® en élevages bovins laitiers. Université Jean Monnet, faculté de Sciences et techniques de Saint Etienne. 28 pages.

Le Neindre, P., Guatteo, R., Guémené, D., Guichet, J. L., Latouche, K., Leterrier, C., Levionnois, O., Mormède, P., Prunier, A., Serrie, A., Servière, J., 2009. Douleurs animales : les identifier, les comprendre, les limiter chez les animaux d'élevage. Expertise scientifique collective, synthèse du rapport, INRA (France), 98 pages.

Lensink, B. J., Van Reenen, C. G., Engel, B., Rodenburg, T. B., Veissier, I., 2003. Repeatability and reliability of an approach test to determine calves' responsiveness to humans - a brief report. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 83, 325-330.

Livesey, C. T., Marsh, C., Metcalf, J. A., Laven, R. A., 2002. Hock injuries in cattle kept in straw yards or cubicles and rubber mats or mattresses. *Vet. Rec.* 150, 677-679.

Mee, J. F., 2008. Prevalence and risk factors for dystocia in dairy cattle. A review. *Vet. J.* 176, 93-101.

Mülling, C., Greenough, P. R., 2006. Applied physiopathology of the foot. In: *Proceeding of the World Buiatrics Congress.* Nice, France. 103-117.

Plesch, G., Broerkens, N., Laister, S., Winckler, C., Knierim, U., 2010. Reliability and feasibility of selected measures concerning resting behaviour for the one-farm welfare assessment in dairy cows. *Applied Anim. Behav. Sci.* 126, 19-26.

Porcher, J., 2004. Bien-être animal et travail en élevage. Editions educagri. 264 pages.

Potterton, S. L., Green, M. J., Harris, J., Millar, K. M., Whay, H. R., Huxley, J. N., 2011. Risk factors associated with hair loss, ulceration, and swelling at the hock in freestall-housed UK dairy herds. *J. Dairy Sci.* 94, 2952-2963.

Pryce, J. E., Veerkamp, R. F., 2001. The incorporation of fertility indices in genetic improvement programmes. *Br. Soc. Anim. Sci.* 26, 237-249.

Raboisson, D., Cahuzac, E., Sans, P., Allaire, G., 2011. Herd-level and contextual factors influencing dairy cow mortality in France in 2005 and 2006. *J. Dairy Sci.* 94, 1790-1803.

Radostits, O. M., Gay, C. C., Hinchcliff, K. W., Constable, P. D., 2007. *Veterinary Medicine: A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs, and goats.* 10<sup>th</sup> Edition. 2156 pages.

Regula, G., Danuser, B., Spycher, B., Wechler, B., 2004. Health and welfare of dairy cows in different husbandry systems in Switzerland. *Prev. Vet. Med.* 66, 247-264.

Relun, A., Lehébel, A., Bareille, N., Guatteo, R., 2012. Estimation using survival analysis on the relative impact of treatment and management factors on the occurrence of digital dermatitis in dairy cattle. In the Society for Veterinary Epidemiology and Preventive Medicine (SVEPM). Glasgow.

Relun, A., Lehébel, A., Chesnin, A., Guatteo, R., Bareille, N., 2013. Association between digital dermatitis lesions and test-day milk yield of Holstein cows from 41 French dairy farms. *J. Dairy Sci.* 96, 2190-2200.

Reneau, J. K., Seykora, A. J., Heins, B. H., Endres, M. I., Farnsworth, R. J., Bey, R. F., 2005. Association between hygiene scores and somatic cell scores in dairy cattle. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 227, 1297-1301.

Roche, J. R., Friggens, N. C., Kay, J. K., Fisher, M. W., Stafford, K. J., Berry, D. P., 2009. Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *J. Dairy Sci.* 92, 5769-5801.

Sant'Anna, A. C., Paranhos da Costa, M. J. R., 2011. The relationship between dairy cow hygiene and somatic cell count in milk. *J. Dairy Sci.* 94, 3835-3844.

SCEES, 2010. Service Central d'Enquêtes et d'Etudes Statistiques. *Online* : <http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/recensement-agricole-2010/>

Schlesselman, 1974. Sample size requirements in Cohort and Case-Control Studies. *Am. J. Epidemiol.* 99, 381-384.

Schreiner, D. A., Ruegg, P. L. 2003. Relationship between udder and leg hygiene scores and subclinical mastitis. *J. Dairy Sci.* 86, 3460-3465.

Thomsen, P. T., Houe, H., 2006. Dairy cow mortality. A review. *Vet. Q.* 28, 122-129.

Toma, B., Dufour, B., Sanaa, M., Bénet, J. J., Shaw, A., Moutou, F., Louza., A., 2001. *Épidémiologie appliquée à la lutte contre les maladies transmissibles majeures*. 2<sup>ème</sup> édition. 696 pages.

Truffert, A., 2012. Intérêt des concentrations en cellules somatiques individuelles pour décrire la prévalence de mammites lors de démarches d'évaluation du bien-être animal en troupeaux bovins laitiers. Mémoire de stage de thèse vétérinaire. 117 pages.

UMT Maîtrise de la Santé des Troupeaux Bovins, 2011. Guide d'intervention pour la maîtrise des mammites dans les troupeaux laitiers. Par Roussel, P., Seegers, H., Sérieys, F., Technipel, Paris. 134 pages.

Veissier, I., Botreau, R., Perny, P., 2010. Evaluation multicritère appliquée au bien-être des animaux en ferme ou à l'abattoir : difficultés et solutions du projet Welfare Quality®. *INRA Prod. Anim.* 23, 269-284.

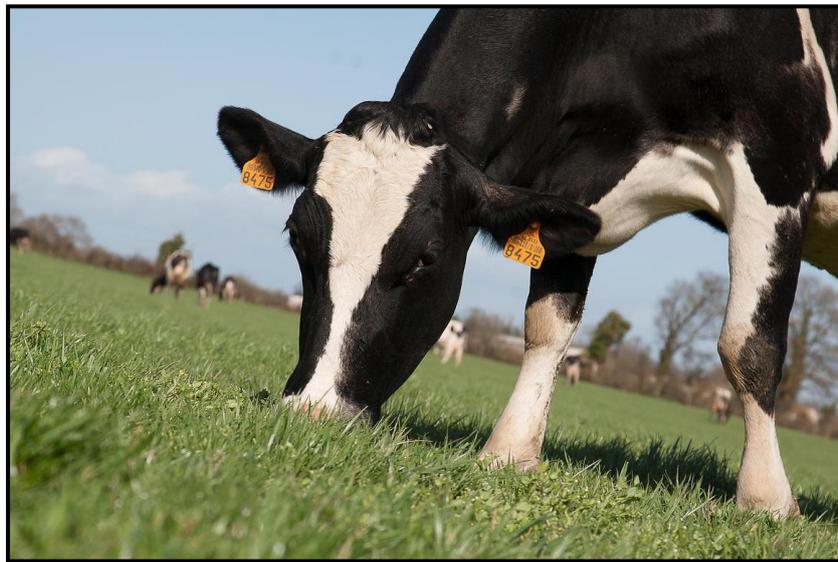
Webster, A. J. F., 2002. Effect of housing practices on the development of food lesions in dairy heifers in early lactation. *Vet. Rec.* 151, 9-12.

Whay, H. R., Main, D. C. J., Green, L. E., Webster, A. J. F., 2003. Assessment of the welfare of dairy cattle using animal-based measurements: Direct observations and investigation of farm records. *Vet. Rec.* 153, 197-202.

Winckler, C., Capdeville, J., Gebresenbet, G., Horning, B., Roiha, U., Tosi, M., Waiblinger, S., 2003. Selection of parameters for on-farm welfare-assessment protocols in cattle and buffalo. *Anim. Welfare.* 12, 619-624.



# Conclusion générale





L'objectif général de cette thèse était de produire des connaissances épidémiologiques relatives à la santé des vaches laitières en se basant sur le protocole Welfare Quality®.

La mise en œuvre du protocole Welfare Quality® au sein d'un large échantillon de troupeaux bovins laitiers sélectionnés pour représenter la diversité des systèmes d'élevages courants en France a permis de produire des connaissances originales sur le niveau de bien-être des vaches laitières. Les résultats rapportent un score de santé globale modéré et très peu variable parmi les 130 troupeaux enquêtés. Ces résultats étaient prévisibles compte-tenu du principe de non-compensation dans la mécanique du calcul des scores Welfare Quality®, la présence d'une seule mesure défectueuse empêchant l'obtention d'un bon score. L'interprétation associée à certaines mesures reste discutable du fait de quelques mesures sans doute peu pertinentes pour évaluer l'état de santé dégradé (comme l'écoulement nasal) ou du fait de seuils d'alarme éloignés d'objectifs réalistes et atteignables et sûrement à redéfinir (comme pour les infections intra-mammaires). Si la collecte exhaustive des mesures ne semble pas à remettre en cause, une réflexion autour les méthodes d'agrégation et des seuils de pénalisation notamment selon les pays, du fait de réglementations différentes, devrait être menée. Il n'en reste pas moins que certaines mesures à l'origine de la dégradation du score global de santé pourraient voire devraient faire l'objet de modifications telle la mise en œuvre de protocoles analgésiques adaptés lors de l'écornage.

Nos résultats concernant les facteurs de variation de ce score de santé fournissent également des informations sur les systèmes d'élevages ainsi que les pratiques les plus à risque de détériorer la santé, qui peuvent constituer autant d'indicateurs d'alertes que de pistes de recommandations. Ainsi, les troupeaux à fort niveau de production laitière et avec une parité moyenne faible pourraient faire l'objet d'un ciblage préférentiel pour des actions d'amélioration de la santé de même que les systèmes d'élevages en logettes et en traite robotisée. De plus, la mise en place de pratiques d'élevage permettant d'assurer une bonne propreté des animaux et d'éviter une trop forte hétérogénéité des notes d'état corporel pourrait constituer dans nombre de situations des premiers éléments socle de recommandations.

Pour aboutir à ces résultats, les concepts classiques de l'épidémiologie ont été appliqués à l'entité bien-être et plus spécifiquement à celle de la santé globale du troupeau telle que considérée et définie dans le protocole Welfare Quality®. Les résultats de cette thèse confortent la faisabilité et la potentialité de cet outil à des fins non seulement d'évaluation mais à terme également de conseil. A ce titre, les résultats de cette thèse ont permis non seulement de mettre en œuvre l'outil en conditions d'élevage mais également d'identifier de potentiels indicateurs supplémentaires qui pourraient venir enrichir le protocole. A titre d'exemple, la valeur informative d'indicateurs récoltés sur les animaux en vue de permettre la discrimination en une visite ponctuelle de boiteries durables ou de courte durée a été menée. Il en ressort que des mesures simples, comme une note d'état corporel du flanc  $\leq 2.5$  ou la présence de lésions alopeciques de taille étendue en différentes zones du corps sont autant d'indicateurs qui permettraient de façon fiable de différencier des situations de boiteries persistantes ayant des impacts importants en termes de bien-être animal et devant conduire prioritairement à des recommandations d'actions curatives.

Dans la dernière partie, nous nous sommes attachés à explorer la relation entre le niveau de bien-être du troupeau et la production laitière des vaches. Les associations positives mises en évidence entre la production laitière individuelle et les scores des critères liés à l'expression des comportements sociaux et à l'état émotionnel positif des troupeaux sont autant d'arguments potentiels pour inciter les éleveurs à la mise en œuvre de démarches d'évaluation et, le cas échéant, d'amélioration du bien-être en élevage.

Initialement développé comme un outil d'évaluation du bien-être voire de certification, l'outil Welfare Quality® pourrait, sous réserve de quelques adaptations être utilisé à des fins de conseils. Dans le cadre d'une politique globale et volontariste d'amélioration du bien-être à l'échelle populationnelle, on pourrait déjà dans un premier temps identifier les troupeaux cibles prioritaires à l'aide des indicateurs identifiés dans le chapitre 2. Une fois les élevages identifiés, on pourrait enrichir le protocole Welfare Quality® de la collecte d'autres indicateurs plus fins, qui permettraient de mieux évaluer la nature de la dégradation de la situation sanitaire. La méthodologie employée dans notre chapitre 3 sur les boiteries pourrait être appliquée à court terme sur d'autres entités pathologiques majeures ciblées dans le protocole Welfare Quality® comme les mammites par exemple afin d'optimiser la valence conseil de l'outil. Une des conditions de l'acceptation de la méthode

est également qu'elle intègre des objectifs d'amélioration qui soient réalistes et atteignables. La dernière étape consisterait à évaluer l'impact de la mise en œuvre de ce protocole « mis à jour » en élevage sur l'amélioration ultérieure du niveau de bien-être du troupeau tout en analysant le rapport coût-bénéfice de l'opération, étape indispensable à une dynamique volontariste des éleveurs, les résultats de notre chapitre 4 fournissant des premiers éléments d'une future analyse technico-économique.

L'ensemble des résultats produits dans cette thèse devrait ainsi permettre, notamment à travers l'utilisation d'une version adaptée au conseil en élevage du protocole Welfare Quality®, de participer à l'amélioration du niveau de santé des vaches laitières en élevages.



# Liste des publications réalisées et prévues





### ***Articles dans périodiques à comité de lecture internationaux***

#### **Accepté**

Coignard, M., Guatteo, R., Veissier, I., de Boyer des Roches, A., Mounier, L., Lehébel, A., Bareille, N., 2013. Description and factors of variation of the overall health score in French dairy cattle herds using the Welfare Quality® assessment protocol. *Prev. Vet. Med.* 112, 296-308.

Coignard, M., Guatteo, R., Veissier, I., Lehébel, A., Hoogveld, C., Mounier, L., Bareille, N., 2013. Does milk yield reflect the level of welfare in dairy herds? *Vet. Journal*. *In press*: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.10.011>

#### **En préparation**

Coignard, M., Guatteo, R., Veissier, I., Lehébel, A., Bareille, N., 2013. Indicators associated with the duration of lameness in dairy cows. En préparation.

### ***Communications orales avec actes dans un congrès ou un symposium national ou international***

Coignard, M., Guatteo, R., Veissier, I., Bareille, N., 2013. Indicateurs associés à la durée d'une boiterie chez les vaches laitières. In 20<sup>èmes</sup> Rencontres recherches Ruminants, Paris, France, 04-05 Décembre. Accepté.

Coignard, M., Guatteo, R., Veissier, I., Bareille, N., 2013. Indicators associated with the duration of lameness in dairy cows. In European Buiatrics Forum (EBF), Marseille, France, 27-29 Novembre. Accepté.

Coignard, M., Guatteo, R., Veissier, I., Bareille, N., 2013. Indicators associated with the duration of lameness in dairy cows. In Buiatrisissima, 8<sup>th</sup> ECBHM Symposium, Bern, Suisse, 28-30 Août.

Coignard, M., Guatteo, R., Veissier, I., de Boyer des Roches, A., Mounier, L., Lehébel, A., Bareille, N., 2013. Variation factors of overall health score using Welfare Quality® protocol in

French dairy herds. In 64<sup>th</sup> of Annual meeting of the European Federation of Animal Science (EAAP), Nantes, France, 26-30 Août.

Coignard, M., Bareille, N., Veissier, I., Mounier, L., de Boyer des Roches, A., Lehébel, A., Guatteo, R., 2012. Variation factors of the overall health score using Welfare Quality® assessment protocol in French dairy cattle farms. In International Symposia on Veterinary Epidemiology and Economics (ISVEE), Maastricht, Netherlands, 20-24 Août.

# **Annexe 1 : Outils existants pour évaluer le bien-être des bovins (d'après Mounaix et al., 2012)**





## Annexe 1.1. Les outils de contrôle et de certification

Outil	Pays	Aspects du bien-être couverts						Source de données			Objectifs
		Alimentation	Logement	Comportement	Blessures	Maladies	Douleur liée aux pratiques d'écorchage	Animal	Environnement	Documents d'élevage	
<b>Grilles Conditionnalité (2009)</b>	France	x	x		x	x		x	x	x	-Contrôle
<b>Animal Need Index (1985)</b>	ANI 35L (Autriche), TGI 200 (Allemagne)		x	x	x	x		x	x	x	-Évaluation -Contrôle
<b>National Dairy Farm Program (2009)</b>	États-Unis	x	x		x	x	x	x	x	x	-Évaluation -Certification
<b>Cahier des charges agriculture biologique (2009)</b>	Communauté Européenne	x	x	x		x			x	X	- Evaluation -Certification

## Annexe 1.2. Les outils d'intervention et de qualification

Outil	Pays	Aspects du bien-être couverts						Source de données			Objectifs
		Alimentation	Logement	Comportement	Blessures	Maladies	Douleur liée aux pratiques d'écorne	Animal	Environnement	Documents d'élevage	
Charte des Bonnes Pratiques d'Elevage (2000)	France	x	x				x	x	x	x	-Évaluation -Conseil -Communication
Australian Model Code of Practice for the Welfare of Animals-Cattle (2004)	Australie	x	x	x			x			x	-Évaluation -Conseil
Animal Welfare (dairy cattle) Codes of Welfare (2004)	Nouvelle-Zélande	x	x	x			x			x	-Évaluation -Conseil
Respect d'exigences minimales	Suisse		x	x	x	x		x	x		-Évaluation -Conseil
Guides to Good Animal welfare in Dairy production (2008)	International	x	x	x	x	x	x	x			-Conseil -Intervention
Diagnostic Eleveur Pilote de la Qualité (2006)	France	x	x		x		x	x	x	x	-Évaluation -Conseil
Assessment scheme for Littered loose housing systems for Dairy cows (ALD) (1997)	Allemagne		x					x	x		-Évaluation
Danish Cattle Federation welfare scheme (DCF) (2006)	Danemark			x	x			x			-Évaluation -Conseil

## Annexe 1.2 (suite). Les outils d'intervention et de qualification

Outil	Pays	Aspects du bien-être couverts						Source de données			Objectifs
		Alimentation	Logement	Comportement	Blessures	Maladies	Douleur liée aux pratiques d'écorchage	Animal	Environnement	Documents d'élevage	
Bristol Welfare Assurance Programme (BWAP) (2005)	Royaume-Uni	x		x	x	x		x		x	-Évaluation -Conseil
Welfare Quality® assessment protocol for dairy cattle (2004-2010)	Communauté Européenne	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-Évaluation -Base pour conseil
Système de monitoring de la santé suisse (Herd health monitoring system) (2001)	Suisse		x		x	x		x	x	x	-Évaluation -Conseil

## Annexe 1.3. Les outils destinés à la recherche

Outil	Pays	Aspects du bien-être couverts						Source de données			Objectifs
		Alimentation	Logement	Comportement	Blessures	Maladies	Douleur liée aux pratiques d'écorchage	Animal	Environnement	Documents d'élevage	
Epidemiologically based on farm welfare Assessment (2001)	Autriche	x	x	x	x	x		x	x	x	Évaluation pour la recherche
COWEL (COw WELfare : système informatisé d'aide à la décision)	Pays-Bas	x	x	x	x	x	x	x	x		Évaluation pour la recherche
Welfare Assessment at farm level in loose housed dairy cows (2001)	France	x	x	x	x	x		x	x	x	Évaluation pour la recherche



## **Annexe 2 : Co-publication ‘The major welfare problems of dairy cows in commercial farms’**





**Short Title: Welfare problems in dairy farms**

**Full title: The major welfare problems of dairy cows in commercial farms**

**Alice de Boyer des Roches<sup>1,2</sup>, Isabelle Veissier<sup>2,1</sup>, Maud Coignard<sup>3</sup>, Nathalie Bareille<sup>3</sup>,  
Raphaël Guatteo<sup>3</sup>, Jacques Capdeville<sup>4</sup>, Emmanuelle Gilot-Fromont<sup>5,6</sup>, Luc Mounier<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Université de Lyon, VetAgro Sup, UMR1213 Herbivores, F-69280 Marcy-L'Etoile, France

<sup>2</sup> INRA, UMR1213 Herbivores, F-63122 Saint-Genès-Champanelle, France

<sup>3</sup> LUNAM, ONIRIS, INRA, UMR1300 BIOEPAR, CS 40706, F-44307 Nantes, France

<sup>4</sup> Institut de l'Elevage, Antenne de Toulouse - Castanet-Tolosan, F-31321 Castanet-Tolosan cedex, France

<sup>5</sup> Université de Lyon, VetAgro Sup, F-69280 Marcy-L'Etoile, France

<sup>6</sup> Université de Lyon, Université Lyon 1 - UMR CNRS 5558 - LBBE, F-69622 Villeurbanne, France

***Plos One, soumis le 5 Juillet 2013***

## **Abstract**

Like any improvement process, animal welfare enhancement requires that problems are reliably identified and ranked in order to prioritize corrective actions. Welfare problems may vary with the conditions in which animals are maintained. The objectives were to highlight major welfare problems in dairy cows, and find out how impairment of specific welfare aspects varied according to farm characteristics (housing and milking systems, breed).

We conducted a cross-sectional survey on 131 French dairy farms. We used the Welfare Quality<sup>®</sup> protocol, which addresses all aspects of welfare, and yields scores (0–100 scale) that represent how well farms meet welfare criteria. We used descriptive statistics to highlight low welfare scores, and variance analyses to compare farms.

Eight criteria obtained low scores ('Pain', 28.8; 'Integument alterations', 33.1; 'Diseases', 33.3; 'Comfort around resting', 38.5; 'Social behaviors', 42.0; 'Human-animal relationship', 42.0; 'Positive emotional state', 49.0; 'Hunger', 49.3), whereas four criteria

obtained scores above 50 ('Thirst', 60; 'Lameness', 70.9; 'Expression of other behaviors', 82.3; 'Ease of movement', 100). For most criteria, the scores varied widely between farms, within or between systems. Farms with cubicles obtained lower scores for 'Comfort around resting', 'Injuries'; farms with Holstein cows obtained lower scores for 'Hunger'; farms using an automatic milking system obtained lower scores for 'Expression of other behaviors' and 'Diseases' in Holstein herds. The scores for 'Thirst', 'Expression of social behaviors' and 'Human-animal relationship' varied widely within but not between systems.

This survey is one of the first to use the Welfare Quality<sup>®</sup> Protocol at large scale in commercial farms, and to yield information on bottlenecks in dairy cow welfare with all dimensions of welfare considered together. The results can be used by stakeholders to prioritize actions in welfare plans, focusing either on the whole population of farms or on farms with characteristics that are at high risk for specific welfare problems.

**Key-words: animal welfare, dairy cows, farm characteristics, risks factors, welfare plan**

## 1. Introduction

Animal welfare is covered by legislation in many countries (e.g. Directive 98/58/EC in Europe, Prevention of Farm Animal Cruelty Act in the US). Nevertheless, some animal populations are still affected by serious welfare problems. The European Food Safety Authority [1] pinpointed lameness, mastitis, metabolic disorders, sub-fertility and short longevity as major problems affecting welfare in dairy cows. To implement control plans designed to improve the welfare status of cows, it is essential to identify major vs. minor risks, based on severity of effects and likelihood of exposure (EFSA, 2011).

Animal welfare has many components: good health, expression of normal behavior, absence of fear, etc. [3]. A protocol allowing the assessment of all these components is necessary to describe precisely the different risks for welfare. The Welfare Quality<sup>®</sup> project designed such an expert-based protocol: 12 criteria are listed, covering all aspects of welfare, and measures are proposed to assess how well farms meet them. Scores are calculated, based on the severity of problems and their prevalence [4,5]. The results should

therefore provide a guide to identifying welfare risks on a farm and in turn, at population level.

The farm characteristics can be seen as the primary condition determining living conditions and thereby the welfare of livestock, for example, the housing system affects cows' cleanliness [6]. Cows' living conditions are highly variable, depending not only on the housing but also on breed, food, and climatic conditions, etc. We conducted a survey on French dairy farms, where the living conditions of cows are diverse, in order to (i) highlight the most important welfare problems, and (ii) find out to what extent the farm characteristics, defined by housing conditions, cow breed, milking system, herd size and location, explains variations in cows' welfare.

## **2. Materials and methods**

### **2.1. Ethic statements**

This study was carried out on private land (i.e. commercial dairy farms), and for each farm the owner of the land gave permission to conduct the study on this site.

For any locations/activities for which specific permission was not required:

- No specific permission was required for this study, because all observations were made on private farms, with agreement of the owner of the farm and of the animals.
- This study did not involve endangered or protected species.

### **2.2. Farms Surveyed**

The sample of farms surveyed was chosen to reflect the diversity of dairy systems in France. Five characteristics were used as stratification parameters (referred to as 'farm characteristics' in the next sections): farm location [two French regions: lowland (Brittany and Pays de la Loire, western France) vs. highlands (Auvergne, central France and Rhône-Alpes, eastern France)], cow breed (Holstein vs. Montbéliarde, i.e. a highly vs. a less specialized dairy breed), milking system (parlor vs. automatic milking system (**AMS**)), and housing system (straw-yard barns vs. cubicles). Tie-stall systems are becoming scarce in

France, so we did not include them in our study. We excluded the combination of AMS and straw-yard housing system because we expected to find no farms with such characteristics, as an AMS is most often used in cubicles [7]. All farms were enrolled in the national milk recording scheme. The French Animal Health Service ('Groupement de Défense Sanitaire' **GDS**) provided anonymous lists of farms. Farms were selected at random from these lists using R<sup>®</sup> 2.10.1 software [8].

### **2.3. Measurements and scoring**

We used the Welfare Quality<sup>®</sup> assessment protocol for dairy cattle [9]. Only a brief description is provided here. The protocol is based on 11 welfare criteria. Each criterion is checked by one to seven measures, resulting in a total of 33 measures yielding raw data such as percentage of animals with a given problem, and frequency of social interactions (Table 1). Most measures are made on animals (clinical and behavioral observations). A few are made on resources (e.g. number of drinkers) or on management (e.g. dehorning method). The animal-based measures were made on a sample of animals chosen at random in the herd. The size of the sample depended on the herd size: if there were 30 or fewer lactating cows on a herd, all the animals were observed; otherwise 75% to 45% of cows were randomly chosen, the proportion decreasing with the size of the herd (e.g. 30 cows out of 44, 54 cows out of 120).

The data provided by the measures relevant to a given criterion are gathered into a score that reflects how well the farm meets this criterion. The score synthesizes information on prevalence and severity of problems and reflects the opinion of experts consulted during the Welfare Quality<sup>®</sup> project [5]. The scores are expressed on a 0–100 scale, with 0 for very poor welfare and 100 for excellent welfare. Three main types of calculation are made:

- The measures used to check the criteria 'Absence of prolonged hunger', 'Absence of injuries', 'Expression of social behaviors', 'Expression of other behaviors', 'Good human-animal relationship', 'Positive emotional state' yields continuous data on similar scales. The severity of the problem could be considered (e.g. percentages of not lame, moderately lame and severely lame cows). A weighted sum is then calculated (e.g. percentage of lame animals weighted for severity of the lameness). Cubic

functions are then used to transform the weighted sum into the criterion score. The weightings in weighted sums and the parameters of the cubic functions reflect the experts' views. Two partial scores, one for integument alterations and one for lameness, are calculated for the criterion 'Absence of injuries' and then combined into the criterion score.

- The measures used to check the criteria 'Comfort around resting' and 'Absence of diseases' yield continuous data expressed on different scales. For each kind of data (proportion of animals affected, average time to lie down, etc.), three levels are defined: data gathered on the farm correspond to no problem, a moderate problem, or a serious problem. The number of problems noted on the farm is then turned to a score using cubic functions (as above).
- Measures used to check the criteria 'Absence of prolonged thirst', 'Ease of movement', and 'Absence of pain due to management procedures' yield data expressed in a limited number of categories, and a decision tree is produced to calculate discrete scores. For example, for the removal of horns, the procedure used (no horn removal, disbudding by thermocautery, chemical disbudding, dehorning of adult cows) and the use of medicines (none, anesthetics, analgesics, both) are taken into account to estimate 'Absence of pain due to management procedures'.

The full protocol from the Welfare Quality Network website can be downloaded at <http://www.welfarequalitynetwork.net/network/45848/7/0/40>.

**Table 1. Welfare Quality<sup>®</sup> criteria and measures, and type of data produced for dairy cattle**

Criterion	Measure	Data produced
Absence of prolonged hunger	Body condition score	% very lean cows (i.e. 'lean' corresponds to a score < 2.5 in the grid of Edmondson et al. [41] )
Absence of prolonged thirst	Provision of water	Number of drinkers; length of troughs; cleanliness of drinkers; water flow
Comfort around resting	Behavior at lying	Mean time to lie down; % cows colliding with housing equipment when lying down or lying outside the lying area
	Cleanliness of cows	% cows with a dirty udder, dirty flank/upper legs, dirty lower legs. (i.e. 'dirty' corresponds to a score 3 or 4 of Cook's grid: <a href="http://www.vetmed.wisc.edu/dms/fapm/fapmtools/hygiene.htm">http://www.vetmed.wisc.edu/dms/fapm/fapmtools/hygiene.htm</a> )
Thermal comfort	No measure available	Criterion not assessed
Ease of movement	Possibility for cows to walk <sup>a</sup>	Presence of tethering; if tethered, possibility of daily exercise
Absence of injuries	Clinical observations: Lameness	% moderately lame and severely lame (i.e. 'moderately' and 'severely' correspond respectively to score 3 and to scores 4 and 5 in the grid of Winckler and Willen [42])
	Clinical observations: Integument alterations	Percentage of animals with mild integument alterations (hairless patches) and severe integument alterations (lesions/swellings)
Absence of diseases	Clinical observations	No. of coughs (per cows per h); % cows with nasal discharge, ocular discharge, hampered respiration, diarrhea, or vulvar discharge;
	Farm records	% cows with high milk somatic cell count (SCC $\geq$ 400,000 at least once during last 3 mo); over last 12 mo: % cows affected by dystocia or downer cows, mortality (% cows dead or euthanized)
Absence of pain induced by management procedures	Dehorning practices <sup>a</sup>	Procedure used for disbudding or dehorning or tail docking; Use of anesthetics or analgesics
Expression of social behaviors	Interactions between cows	No. of head butts or other aggressive events (per cow per h)
Expression of other behaviors	Access to pasture <sup>a</sup>	Number of d/yr and h/d with access to pasture
Good human-animal relationship	Avoidance distance of cows when approached at the feeding rack	% cows that can be touched, approached at 50 cm, at 100 cm, or cannot be approached
Positive emotional state	Qualitative behavior assessment	Values for the 20 terms (0–125 scale) [43]

<sup>a</sup> from farmer's interview

#### **2.4. Organization of the Visits**

The farms were visited during winter, between December 2010 and March 2011, so that the cows were indoors. Farmers were contacted by mail and telephone. The behavior of the farmers and their answers to our questions during the visit might have been affected by their knowledge of the objectives of the study, so the farmers were given a dummy objective when contacted, i.e. they were told the aim of the study was to gain a better understanding of cow comfort and behavior and to better describe cow housing equipment. After completion of the work, the precise objectives were stated, and the farmers were given the results obtained by their farm together with descriptive statistics on the whole 131 farm sample.

Five observers carried out the visits. They had been trained previously by a partner from the Welfare Quality® project. Training consisted in classroom exercises using photos and video clips, observations on animals, and 'test runs' on four farms where the whole assessment protocol was applied. During training, observers' results were compared between them and against reference values to ensure reproducibility between observers and accuracy of their assessment.

Data collection started just after the morning milking, and ended in the afternoon. Each observer carried out one visit daily.

#### **2.5. Data Analysis**

First, we calculated descriptive statistics (medians, first and third quartiles for continuous data, percentages of farms for discrete data) for data collected on the 131 farms and the resulting calculated scores. Second, we tested the effect of each of the five farm characteristics on criterion scores. As neither herd size nor location had any effect on welfare scores ( $P > 0.05$  in all cases), we kept the three other farm characteristics for further analyses: cow breed, housing system and milking system. A total of six combinations of the three farm characteristics were studied (referred to as 'farm systems' in the next sections, **Table 2**). We ran ANOVA and *post hoc* Student *t*-tests with Bonferroni corrections to compare criterion scores between the six farm systems.

All data analyses were performed on R.2.10.1<sup>®</sup> software [8]. The significance threshold was set at  $P = 0.05$ .

**Table 2. Number of farms visited per farm system**

Housing system	Breed	Milking system	No. of farms
Straw yard	Montbéliarde	Parlor	33
Straw yard	Holstein	Parlor	22
Cubicles	Montbeliarde	Parlor	27
Cubicles	Montbeliarde	AMS	10
Cubicles	Holstein	Parlor	26
Cubicles	Holstein	AMS	13

### 3. Results

#### 3.1. Population studied

A total of 432 farmers were contacted by mail and phone, of which 30% were visited, corresponding to 131 farms. We visited on average 21.8 farms of each system. This number ranged from 10 to 33 (**Table 2**). The herd size of the farms ranged from 21 to 120 lactating cows (mean  $\pm$  SE: 51.2  $\pm$  1.51).

#### 3.2. Descriptive statistics

**Table 3** gives descriptive statistics for welfare criteria on all farms, and **Table 4** for data collected on farms.

**Table 3. Criterion scores<sup>a</sup> on the 131 dairy farms studied.**

Criterion	Farm score				
	Median	First quartile	Third quartile	Min	Max
Absence of prolonged hunger	49.3	27.6	100	2.5	100
Absence of prolonged thirst	60.0	11.5	100	3.0	100
Comfort around resting	38.5	26.0	48.4	0.0	70.9
Ease of movement	100	100	100	100	100
Absence of injuries	54.7	40.0	69.6	6.7	100
<i>Lameness<sup>a</sup></i>	70.9	51.3	86.4	11.2	100
<i>Integument alterations<sup>a</sup></i>	33.1	11.6	63.7	0.0	100
Absence of diseases	33.3	27.4	44.8	11.9	86.0
Absence of pain due to management procedures	28.0	28.0	28.0	2.0	75.0
Expression of social behaviors	42.0	20.5	62.6	0.0	95.9
Expression of other behaviors	82.3	77.9	86.3	0.0	100
Good human-animal relationship	42.0	33.9	51.0	13.5	70.0
Positive emotional state	49.0	34.6	66.1	0	93.3

<sup>a</sup> Due to missing data, scores were not calculated for 'Good human-animal relationship' on 2 farms, and for 'Absence of prolonged hunger', 'Comfort around resting', 'Absence of injuries', and 'Absence of disease' on 1 farm

<sup>b</sup> Partial scores for lameness and integument alterations are produced before being synthesized into a score for Absence of injuries

***Absence of prolonged hunger.*** There was no lean cow on 25% of the farms, but 25% of the farms had between 23.1 % and 87.5% very lean cows, resulting in a score of 27.6 for the first quartile and of 100 for the third quartile, with a median of 49.3.

***Absence of prolonged thirst.*** Of the farms 29.8% provided at least two drinkers available at all times and one clean drinking place (i.e. one water bowl or 60 cm of trough) for 10 cows, and thus scored 100 for 'Absence of prolonged thirst'. Conversely, 25.2% of the farms did not provide enough drinkers (more than 15 cows per drinking place) and so scored 3. On the other farms, only one drinker was available at all times, there were between 10 and 15 cows per drinking place, or the drinkers were not clean, resulting in scores between 20 and 60. The median score was 60 (difference between first and third quartiles:  $\Delta_{\text{quartiles}} = 88.5$ ).

**Table 4. Data collected on the 131 dairy farms studied.**

Data collected on farms	Median	First quartile	Last quartile	Min	Max
Absence of prolonged hunger					
% very lean cows	9.1	0	23.1	0.0	87.5
Comfort around resting					
Mean time to lie down (s.)	5.9	5.2	6.7	3.1	10.7
% cows colliding with housing equipment when lying down	14.3	0.0	42.3	0.0	100
% cows lying outside the lying area	0.0	0.0	0.0	0.0	45.8
% cows with a dirty udder	21.8	9.1	35.4	0.0	96.7
% cows with dirty flank/upper legs	52.5	27.6	74.8	0.0	100
% cows with dirty lower legs	88.0	71.5	96.9	2.7	100
Absence of injuries					
% moderately lame cows	9.2	3.4	17.1	0.0	48.6
% severely lame cows	0.0	0.0	3.6	0.0	34.6
% cows with mild integument	15.9	5.9	28.8	0.0	62.5
% cows with severe integument alterations	33.4	10.8	62.2	0.0	100
Absence of diseases					
No. of coughs per cow per hour	0.4	0.0	0.8	0.0	3.6
% cows with nasal discharge	14.5	2.5	28.6	0.0	58.3
% cows with ocular discharge	0.0	0.0	2.9	0.0	45.7
% cows with hampered respiration	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8
% cows with diarrhea	0.0	0.0	15.1	0.0	84.6
% cows with vulvar discharge	0.0	0.0	0.0	0.0	11.4
% cows with high somatic cell counts	19.0	14.5	25	2.0	46.0
% cows affected by dystocia	5.0	2.0	8.0	0.0	25.0
% downer cows	4.0	2.0	7.0	0.0	20.0
Mortality	2.0	1.0	5.0	0.0	17.0
Expression of social behaviors					
No. of butts per cow per h	0.5	0.2	0.9	0.0	6.9
No. of other aggressive events per cow per h	1	0.6	1.5	0.0	4.8
Expression of other behaviors	82.3	2.6	77.9	86.3	100
Number of days at pasture per year	229	204	259	0.0	365
Number of hours at pasture per day	16.0	9.5	19	0.0	24.0
Good human-animal relationship	42.0	33.9	51.0	13.5	70.0
% cows that can be touched	8.9	3.2	15.4	0.0	36.7
% cows that can be approached by 50 cm	47.1	34.7	58.1	6.1	90.5
% cows that can be approached at 100 cm	33.3	24.1	42.4	0.0	81.1
% cows that cannot be approached	3.2	0.0	13.9	0.0	64.2

**Comfort around resting.** The median time to lie down was 5.9 s ( $\Delta_{\text{quartiles}} = 1.5$  s.), the median percentage of cows colliding with equipment while lying down was 27.1% ( $\Delta_{\text{quartiles}} = 42.3\%$ ), and cows lay down outside the lying areas in only 25 farms. On average, 21.8 % cows had a

dirty udder ( $\Delta_{\text{quartiles}} = 26.3\%$ ), 52.5% had dirty flanks or upper legs ( $\Delta_{\text{quartiles}} = 47.2\%$ ), and 88.1% had dirty lower legs ( $\Delta_{\text{quartiles}} = 25.5\%$ ). Finally, the median score for 'Comfort around resting' of 38.5 ( $\Delta_{\text{quartiles}} = 22.4$ ).

**Ease of movement.** In all the farms we visited, the cows were loose-housed. Thus they all scored 100 for 'Ease of movement'.

**Absence of injuries.** The median percentages of moderately and severely lame cows were respectively 9.2% and 0.0%, resulting in a median partial score for 'Lameness' of 70.9 ( $\Delta_{\text{quartiles}} = 35.4$ ). The median percentages of cows with mild and severe integument alterations were 15.9% and 33.4%, resulting in a median partial score for 'Integument alterations' of 33.1 ( $\Delta_{\text{quartiles}} = 52.1$ ). Lastly, the median score for 'Absence of injuries' was 54.7 ( $\Delta_{\text{quartiles}} = 29.6$ ).

**Absence of disease.** The clinical observations highlighted a median percentage of cows with nasal discharge of 14.5% per farm, and of 0% for ocular discharge, hampered respiration, diarrhea, or vulvar discharge. The median frequency of coughs was 0.4 per cow per hour. Farm records revealed a median prevalence of 19% cows with high somatic cell counts (>400 000 cell/mL at least once during the last 3 months), and 2% mortality, 5% dystocia and 4% downer cows during the previous year. The median score for 'Absence of diseases' was 33.3 ( $\Delta_{\text{quartiles}} = 17.4$ ).

**Absence of pain due to management procedures.** Horn removal was performed in all the farms visited. Disbudding of the calves was the most common practice (129 farms, of which thermocautery 113 farms, and caustic paste 15 farms) and this was usually performed without anesthetics or analgesics, by thermocautery (83 farms) or caustic paste (15 farms), resulting in scores for 'Absence of Pain due to management procedures' equal to 28 and 20 respectively. Anesthetics or analgesics or both were used respectively by only 24, 3, and 3 farmers disbudding calves by thermocautery, resulting in scores equal to 49, 52 and 70. The 15 farmers disbudding calves by caustic paste never used anesthetics or analgesics. On a few farms, adult cows were dehorned with anesthetics (1 farm, score = 14) or without anesthetics or analgesics (2 farms, score = 2). Because fewer than 25% of the farms obtained scores either below or above 28, the median score, the first and last quartiles equaled 28.

**Expression of social behaviors.** The median number of butts and other aggressive events were 0.5 ( $\Delta_{\text{quartiles}} = 0.7$ ) and 1 ( $\Delta_{\text{quartiles}} = 0.9$ ) per cow per hour. The median score for 'Expression of social behaviors' was equal to 42 ( $\Delta_{\text{quartiles}} = 42.1$ ).

**Expression of other behaviors.** Herds spent a median time of 229 d on pasture per year and a median time of 16 h on pasture per day (Table 4). The median score was 82.3 ( $\Delta_{\text{quartiles}} = 75.3$ ).

**Good human-animal relationship.** On average, 8.9% cows could be touched, 47.1% could be approached to 50 cm but not touched, 33.3%, could be approached to between 1 m and 50 cm, and 3.2 % could not be approached. The final median score was 42 ( $\Delta_{\text{quartiles}} = 17.1$ ).

**Positive emotional state.** The median score was 49.0 ( $\Delta_{\text{quartiles}} = 31.5$ ).

### **Relationships between farm characteristics and criterion scores**

**Table 5** gives summary statistics on welfare scores for the 6 farm systems studied.

Even if the variation within a system remained high, some scores varied between farm systems. First, among farm systems with a milking parlor, those with Holstein cows had lower median scores for 'Absence of prolonged hunger' (cubicles, 32.0; straw-yard, 25.4) than those with Montbeliarde cows (cubicles, 81.9; straw-yard, 100.0) ( $P < 0.05$  in all cases). Second, farm systems with a straw-yard system had higher scores for 'Comfort around resting' and 'Absence of injuries' than ones with cubicles ( $P < 0.001$  in all cases), except, for the latter criterion, Montbeliarde herds with a milking parlor. Third, farm systems with AMS obtained lower scores for 'Expression of other behaviors' than ones with a milking parlor ( $P < 0.01$  in all cases); and Holstein herds with AMS (and cubicles) scored lower for 'Absence of diseases' than farm systems with a straw yard system and a milking parlor, or than Montbeliarde herds with a milking parlor ( $P < 0.05$  in all cases). Finally, within farm systems with Holstein cows housed in cubicles, those where cows were milked in a parlor had lower scores for 'Positive emotional state' than those using an AMS ( $P < 0.05$ ).

**Table 5. Criterion scores<sup>1</sup> on the 6 farm systems within the 131 dairy farms studied.**

		Absence of prolonged hunger	Absence of prolonged thirst	Comfort around resting	Absence of injuries	Absence of diseases	Absence of pain due to management procedures	Expression of social behaviors	Expression of other behaviors	Good human-animal relationship	Positive emotional state
Deep-bedded Montbéliarde Parlor	Median	100.0 <sup>b</sup>	32.0	51.4 <sup>a</sup>	65.3 <sup>a</sup>	40.4 <sup>b</sup>	28.0	29.5	83.2 <sup>a</sup>	41.1	40.5 <sup>ab</sup>
	First quartile	37.0	3.0	45.1	54.3	33.3	20.0	12.7	80.5	32.0	27.1
	Third quartile	100.0	60.0	53.8	76.0	50.1	28.0	59.8	87.6	44.7	64.7
Deep-bedded Holstein Parlor	Median	25.4 <sup>a</sup>	60.0	45.1 <sup>a</sup>	67.4 <sup>a</sup>	33.3 <sup>b</sup>	28.0	44.9	84.6 <sup>a</sup>	42.9	61.7 <sup>a</sup>
	First quartile	12.2	60.0	45.1	49.6	24.7	28.0	20.8	80.0	37.4	48.2
	Third quartile	47.4	100.0	53.8	85.6	44.8	43.7	72.8	92.0	62.0	74.6
Cubicles Montbéliarde Parlor	Median	81.9 <sup>b</sup>	60.0	35.1 <sup>b</sup>	59.6 <sup>ab</sup>	33.3 <sup>b</sup>	28.0	35.1	82.3 <sup>a</sup>	47.0	58.2 <sup>ab</sup>
	First quartile	46.5	40.0	28.5	45.3	30.2	28.0	19.5	79.8	39.3	40.2
	Third quartile	100.0	100.0	43.2	68.4	50.1	28.0	52.3	84.6	55.1	67.6
Cubicles Montbéliarde AMS	Median	73.7 <sup>ab</sup>	60.0	26.0 <sup>b</sup>	41.6 <sup>b</sup>	33.3 <sup>ab</sup>	28.0	45.9	76.6 <sup>b</sup>	37.9	58.4 <sup>ab</sup>
	First quartile	30.2	34.0	17.9	34.2	30.9	28.0	31.7	5.3	36.2	49.3
	Third quartile	100.0	100.0	32.8	52.2	39.5	46.0	63.1	81.7	58.0	73.9
Cubicles Holstein Parlor	Median	32.0 <sup>a</sup>	60.0	21.2 <sup>b</sup>	45.9 <sup>b</sup>	33.3 <sup>ab</sup>	28.0	52.5	81.5 <sup>a</sup>	41.4	36.9 <sup>b</sup>
	First quartile	19.8	40.0	8.6	32.2	22.9	28.0	33.8	77.7	33.8	22.4
	Third quartile	62.4	100.0	37.7	55.0	44.8	28.0	61.4	85.5	49.0	51.3
Cubicles Holstein AMS	Median	43.5 <sup>ab</sup>	32.0	26.7 <sup>b</sup>	35.4 <sup>b</sup>	17.8 <sup>a</sup>	28.0	58.2	54.4 <sup>b</sup>	38.2	44.8 <sup>ab</sup>
	First quartile	15.9	32.0	16.4	22.0	15.8	28.0	36.3	0.0	29.2	37.1
	Third quartile	64.4	60.0	33.0	52.3	30.2	52.0	69.3	80.0	46.2	54.7

<sup>1</sup>In columns: a, b, c indicate statistical differences of criterion scores between farm systems (Student *t* tests with bonferroni correction) at  $P < 0.05$ . Because all the farm systems had the same scores for

'Expression of other behaviors' (median: 100; first–third quartile: 100.0–100.0), they are not detailed in this table.

#### 4. Discussion

The use of a common (0–100) scoring scale expressing how closely farms met welfare criteria defined in the Welfare Quality® protocol enabled us to rank the risks imposed on dairy cows, and to compare farm characteristics on the basis of these risks.

First of all, the prevalence of the welfare problems noted in our survey was similar to that available in the literature. This held for diseases (e.g. dystocia, 5% here vs. 6.6% in Fourichon et al. [10] and 2–6% in Mee [11]), cows' difficulties lying down (e.g. time to lie down: 5.9 s. here vs. 5.4 s. in Brörkens et al. [12]), cows' dirtiness (e.g. on lower legs: 88% here vs. 100% in Main et al. [13] and Whay et al. [14]; on udder: 22% here vs. 20% in Main et al. [13] and 22% in Whay et al. [14]), and integument alterations (e.g. cows with at least one instance of integument alteration, 59% here vs. more than 50% in Whay et al. [14], Kielland et al. [15] and Weary and Taszkun [16]). These similarities suggest that the average level of cows' welfare is rather homogeneous across countries, and that the welfare scores that we calculated for French cows can be extrapolated to other countries.

The lowest median scores were obtained for the criteria 'Absence of pain due to management procedures' (28 on a 0–100 scale), 'Absence of diseases' (33), and 'Comfort around resting' (38.5). Although these problems have already been described in the literature [1,13,17,18], the calculation of welfare scores can help to draw attention to these problems as major ones for dairy cows, calling for control actions to significantly improve their welfare.

The scores for 'Absence of pain due to management procedures' were low in almost all the farms: the scores did not vary either between or within farm systems. The low scores were due to calves disbudding without pain relief. Although the use of anaesthetics and analgesics has been largely recommended [19,20], they are still not commonly used in Europe and North America [21-23]. Improvements could be made by informing farmers about the negative effects of pain on calves' health and welfare and on ways to reduce it [19], thereby encouraging the use of anti-inflammatory drugs and allowing them to use

anaesthetics after appropriate training, as done in Switzerland (Art. 16 of the federal law on the protection of animals, 2005).

The scores for 'Absence of diseases' and 'Comfort around resting' varied widely, suggesting that remedial solutions could be found in farms with higher scores. Also, the variation was linked to the characteristics of farm systems. This suggests that control plans should be adapted to the specific characteristics of the farm (cow breed, housing system and milking system). Regarding 'Absence of diseases', the lowest scores among all farm systems were found for Holstein herds housed in cubicles and with AMS. Previous work reported that high milk-producing cow breeds (e.g. Holstein) are at higher risk for several health disorders (for a review: EFSA, 2009). Our results suggest that this is particularly the case when cows are housed in cubicles and milked with an AMS. With the current generalization of Holstein herds together with the development of cubicles and of AMS, our results suggest that the health of cows may become even more crucial in the future. For instance, regarding 'Comfort around resting', farms that used a cubicle housing system had lower scores, as previously reported [6,24]. Cubicles can restrain the cows during lying movements, causing injuries [15,25,26]. This may not be due to the cubicles *per se*, but to the way they are designed and adjusted [15,26,27]. On farms where low scores are observed for this criterion, further observations of particular features of the resting area and the combination of their adjustments (e.g. neck rail, brisket board position, etc.) would be necessary to identify exact causes of the problems.

The farms included in our survey obtained moderate-to-high median scores for 'Expression of social behaviors' (42.0), 'Good human animal relationship' (42.0), 'Positive emotional state' (49.0), 'Absence of prolonged hunger' (49.3), 'Absence of injuries' (54.7), 'Absence of prolonged thirst' (60) and 'Expression of other behaviors' (82.3).

The scores for 'Absence of prolonged hunger' and 'Absence of injuries' were variable among farms; this variability was partly explained by farm characteristics. For 'Absence of injuries', farms with cubicle housing system had lower scores, as previously reported [6,24]. Again, it may not be the cubicle *per se* that induced injuries, but the way it was designed (see above). The scores for 'Absence of prolonged hunger' were especially low in farms with a specialized dairy breed (Holstein). It might be argued that the lower body condition scores of Holstein cows are merely due to their conformation. However, the scale used for body condition in

the Welfare Quality<sup>®</sup> protocol is adapted to the breed (pure dairy breed vs. dual purpose breed). Therefore, the frequent leanness of Holstein cows should rather be ascribed to their higher milk production that puts them at higher risk of nutritional deficit at least at the beginning of lactation, even when they are fed a rich diet *ad libitum* [28]. However, whether the high mobilization of body reserves during lactation in high-producing cows is accompanied by hunger, and thus poor welfare, remains an open question. This could be investigated in experimental conditions using, for example, operant conditioning to measure motivation for feeding, as has been proposed by Cooper et al. [29].

Some of these scores did not varied widely within farm systems. This was the case for 'Absence of prolonged thirst', 'Expression of social behavior' and 'Good human-animal relationship'. This implies that specific attention should be given to these criteria because welfare problems may be pronounced on some farms. For instance, water supply seemed insufficient on some farms, with too few water points per cow. For these four criteria, for which variations between farms are not explained by farm characteristics, other factors are likely to play a role. For the criterion 'Expression of social behavior', group management (e.g. mixing animals from different groups, space allowance) and feeding management can affect the occurrence of aggressions between animals [30,31]. Similarly, the attitude of the stockperson, and his/her behavior towards animals affect animals' responses towards humans [32-34]. These seem not to depend on the housing system, the milking system or the breed stocked on the farm. Again, these findings stress the importance of the farmer for the welfare of animals, through attitude, behavior, or way of managing the farm.

This study was based on the use of the Welfare Quality<sup>®</sup> protocol, which aims to provide not only a description of the welfare state of animals, but also an evaluation of this state [5]. Scores are calculated to reflect the compliance of farms to a set of welfare criteria. By nature, this exercise cannot be value-free [35,36] and cannot be validated against any gold standard. The validity of an evaluation exercise lies in the fact that (i) the values attributed to certain situations correspond to a broad consensus, and (ii) the evaluation is likely to encourage improvements [5,37]. In Welfare Quality<sup>®</sup>, the calculation of scores was decided from experts' opinion. Many experts were involved, with ranging background and country of origin (72 animal scientists, social scientists and stakeholders) [38]. The evaluation system was based on a consensus between these persons and thus may be

considered to represent the most common value judgment in Europe regarding farm animal welfare. Thus to encourage improvements, the protocol should first be able to highlight variations among farms, and more specifically to highlight major problems. The present study confirms this potential. Moreover, from our survey we can extend the list of 'major welfare problems' proposed by the experts of the EFSA (2009). The EFSA report concludes that mastitis, lameness, and leg disorders are the most important welfare problems in dairy cows, and that reproductive, metabolic, and behavioral problems are relevant indicators of poor welfare. Our results suggest that pain (not mentioned in the EFSA report) is a crucial welfare problem and should therefore be considered in further surveys. The results of the present survey also allow us to rank welfare problems: pain due to dehorning seems the most problematic, then diseases and finally resting discomfort. Interestingly, when communicated to stakeholders, some of these set in place a welfare plan focused on the welfare problems identified in the present survey (pain due to dehorning, leanness of cows, appropriate housing, prevention of diseases) [39]. In addition, recent studies in organic farms showed that improvements can be stimulated thanks to the monitoring of the results of farms from the Welfare Quality<sup>®</sup> protocol [40].

In conclusion, dairy cows are exposed to various welfare problems, the most crucial ones (in terms of severity and prevalence) being: pain, health disorders including diseases and injuries, and poor resting comfort. Feasible control actions should be prioritized in relation to these major problems. More specifically, our study lends support to the concern that the housing of dairy cows needs improvement to enhance resting comfort and reduce cows' injuries, and that Holstein cows are at high risk of leanness and diseases. It shows that the welfare of cows depends not only on the characteristics of the farm, but also on its management. There is broad scope for the improvement of many welfare aspects. Some farms obtained very high welfare scores and could serve as a model for others, thanks to their system and/or management.

## **Acknowledgements**

We thank the Groupements de Défense Sanitaire (GDS) for providing lists of eligible farms, and all the farmers who willingly cooperated in this survey. We are also particularly grateful to Eric Delval (INRA), Christophe Mallet (INRA) and Remi Debauchez (ISARA) for their help in data collection, Jean-Yves Audiart (ONIRIS) and Didier Billon (ONIRIS) for their help with data entry, and Anne Lamadon (INRA), Yoan Gaudron (INRA) and Pascal Champciaux (INRA) for calculating the welfare scores. The authors also thank Jos Noordhuizen and Claire Agabriel (VetAgro Sup) for their valuable advice on survey design.

## References

1. European Food Safety Authority (2009) Scientific report of EFSA prepared by the Animal Health and Animal Welfare Unit (AHAW) on the effect of farming systems on dairy cow welfare and disease.
2. European Food Safety Authority (2011) Scientific opinion of EFSA prepared by the Animal Health and Animal Welfare Unit (AHAW); Guidance on risk assessment for animal welfare.
3. Farm Animal Welfare Council (1992) FAWC updates the five freedoms. *Veterinary Record* 131: 357.
4. Botreau R, Veissier I, Butterworth A, Bracke MBM, Keelin LJ (2007) Definition of criteria for overall assessment of animal welfare. *Animal Welfare* 16: 225-228.
5. Botreau R (2008) Evaluation multicritère du bien-être animal [PhD]. Paris: Agro Paris Tech.
6. Fregonesi JA, Leaver JD (2001) Behaviour, performance and health indicators of welfare for dairy cows housed in strawyard or cubicle system. *Livestock Production Science* 68: 205-216.
7. de Koning CJAM (2011) Robotic Milking. In: Fuguay JW, Fox PF, McSweeney PLH, editors. *Encyclopedia of Dairy Sciences*, 2nd edition. London, UK: Academic Press. pp. 952-958.
8. R Development Core Team (2009) R Version 2.10.1.: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. <http://www.R-project.org>.
9. Welfare Quality<sup>®</sup> (2009) Welfare Quality<sup>®</sup> Assessment Protocol for Cattle. Lelystad, the Netherlands. Accessible on : <http://www.welfarequality.net/everyone>; Scoring system: <http://www1.clermont.inra.fr/wq/index.php?id=home&prod>=>.
10. Fourichon C, Beaudeau F, Bareille N, Seegers H (2001) Incidence of health disorders in dairy farming systems in western France. *Livestock Production Science* 68: 157-170.
11. Mee JF (2008) Prevalence and risk factors for dystocia in dairy cattle: a review. *The Veterinary Journal* 176: 93-101.
12. Brörkens N, Plesch G, Laister S, Zucca D, Winckler C, et al. (2009) Reliability testing concerning behaviour around resting in cattle in dairy cows and beef bulls. In: Forkman B, Keeling LJ, editors. *Assessment of animal welfare measures for dairy cattle, beef bulls and veal calves Welfare Quality<sup>®</sup> Reports No 11*. UK: Cardiff University. pp. 7-24.
13. Main DCJ, Whay HR, Green LE, Webster AJF (2003) Effect of the RSPCA Freedom food scheme on the welfare of dairy cattle. *Veterinary Record* 153: 227-231.

14. Whay HR, Main DCJ, Green LE, Webster AJF (2003) Assessment of the welfare of dairy cattle using animal-based measurements: direct observations and investigation of farm records. *Veterinary Record* 153: 197-202.
15. Kielland C, Ruud LE, Zanella AJ, Østerås O (2009) Prevalence and risk factors for skin lesions on legs of dairy cattle housed in freestalls in Norway. *Journal of Dairy Science* 92: 5487-5496.
16. Weary DM, Tazskun I (2000) Hock lesions and free-stall design. *Journal of Dairy Science* 83: 697-702.
17. Broom DM, Fraser D (2007) *Domestic animal behaviour and welfare*, 4<sup>th</sup> edition. CABI, Wallingford, UK.
18. Halasa T, Huijps K, Osteras O, Hogeveen H (2007) Economic effects of bovine mastitis and mastitis management: a review. *Vet Q* 29: 18-31.
19. Stafford KJ, Mellor DJ (2005) Dehorning and disbudding distress and its alleviation in calves. *The Veterinary Journal* 169: 337-349.
20. Stock ML, Baldrige SL, Griffin D, Coetzee JF (2013) *Bovine Dehorning: Assessing Pain and Providing Analgesic Management*. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 29: 103-133.
21. Alcasde (2009) Final recommendations to DG SANCO regarding the alternatives to the dehorning.
22. Vasseur E, Borderas F, Cue RI, Lefebvre D, Pellerin D, et al. (2010) A survey of dairy calf management practices in Canada that affect animal welfare. *Journal of Dairy Science* 93: 1307-1315.
23. Fulwider WK, Grandin T, Rollin BE, Engle TE, Dalsted NL, et al. (2008) Survey of dairy management practices on one hundred thirteen North Central and North Eastern United States dairies. *Journal of Dairy Science* 91: 1686-1692.
24. Cook NB, Nordlund KV (2009) The influence of environment on dairy cow behavior, claw health and herd lameness dynamics. *The Veterinary Journal* 179: 360-369.
25. Lidfors L (1989) The use of getting up and lying down movements in the evaluation of cattle environments. *Veterinary Research Communications* 19: 307-324.
26. Veissier I, Capdeville J, Delval E (2004) Cubicle housing systems for cattle: comfort of dairy cows depends on cubicle adjustment. *Journal of Animal Science* 82: 3321-3337.
27. CIGR (1994) *The design of dairy cows housing*. Report of the CIGR working group No 14 ADAS Bridgets Dairy Research Centre, Farm Building Reaserch Team, Reading, UK.
28. Roche JR, Friggens NC, Kay JK, Fisher MW, Stafford KJ, et al. (2009) Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *Journal of Dairy Science* 92: 5769-5801.

29. Cooper MD, Arney DR, Phillips CJC (2010) The motivation of high- and low-yielding dairy cows to obtain supplementary concentrate feed. *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research* 5: 75-81.
30. Mounier L, Veissier I, Boissy A (2005) Behavior, physiology, and performance of bulls mixed at the onset of finishing to form uniform body weight groups. *J Anim Sci* 83: 1696-1704.
31. Menke C, Waiblinger S, Fölsch DW, Wiepkema PR (1999) Social behaviour and injuries of horned cows in loose housing systems. *Animal Welfare* 8: 243-258.
32. Waiblinger S, Menke C, Coleman GJ (2002) The relationship between attitudes, personal characteristics and behaviour of stockpeople and subsequent behaviour and production of dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science* 79: 195-219.
33. Breuer K, Hemsworth PH, Barnett JL, Matthews LR, Coleman GL (2000) Behavioural response to humans and the productivity of commercial dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science* 66: 273-288.
34. Hemsworth PH, Coleman GJ, editors (1998) *Human-Livestock interactions: The stockperson and the productivity and the welfare of intensive farmed animals*. Wallingford, UK. 158 p.
35. Veissier I, Jensen KK, Botreau R, Sandøe P (2011) Highlighting ethical decisions underlying the scoring of animal welfare in the Welfare Quality<sup>®</sup> scheme *Animal Welfare* 20: 89-101.
36. Fraser D (1999) Animal ethics and animal welfare science: bridging the two cultures. *Applied Animal Behaviour Science* 65: 171-189.
37. Roy B (1993) Decision science of decision-aid science? *European Journal of Operational Research* 66: 184 - 203.
38. Miele M, Veissier I, Evans A, Botreau R (2001) Animal welfare: establishing a dialogue between science and society. *Animal Welfare* 20: 103-117.
39. Danone Animal Welfare Program<sup>®</sup> (2011) *A common ambition for Danone and dairy farms*. 32 p.
40. Winckler C, Tremetsberger L, Leeb C. *Challenges and opportunities for animal welfare in organic and low input dairy farming; 2012; Bratislava, Slovakia*.
41. Edmondson AJ, Lean IJ, Weaver LD, Farver T, Webster G (1989) A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science* 72: 68-78.
42. Winckler C, Willen S (2001) The Reliability and Repeatability of a Lameness Scoring System for Use as an Indicator of Welfare in Dairy Cattle *Acta Agriculturae Scandinavica* 51: 103-107.
43. Wemelsfelder F, Millard F, De Rosa G, Napolitano F (2009) Qualitative behaviour assessment. In: Forkman B, Keeling LJ, editors. *Assessment of Animal Welfare*

Measures for Dairy Cattle, Beef Bulls and Veal Calves Welfare Quality® Reports No 11.  
UK: Cardiff University. pp. 215-224.







# Approche épidémiologique de la santé des vaches laitières à l'aide de l'outil d'évaluation Welfare Quality®

## Epidemiological approach of the health of the dairy cows using the Welfare Quality® assessment protocol

**Maud COIGNARD**

### Résumé

L'objectif de la thèse était de produire des connaissances épidémiologiques relatives à la santé des vaches laitières telle qu'elle est considérée dans le protocole Welfare Quality®. Le résultat attendu est de contribuer à l'adaptation de ce protocole pour permettre son utilisation à des fins d'intervention en élevages et ainsi à l'amélioration du niveau de santé des vaches laitières. Une première partie s'intéressait à décrire le niveau de bien-être et de santé des troupeaux bovins et à identifier leurs facteurs de variation. Malgré une faible variabilité de ce niveau de santé, plusieurs leviers d'amélioration potentiels ont été identifiés comme la propreté des animaux et la gestion de la douleur lors de l'écornage. De plus, des indicateurs permettant de repérer des troupeaux en mauvaise santé ont été identifiés. Une deuxième partie s'intéressait à la possibilité d'enrichir le protocole Welfare Quality® afin de discriminer les boiteries de longue durée de celles de courte durée lors d'une visite ponctuelle. Plusieurs indicateurs prometteurs tels qu'une note d'état corporel trop faible ou la présence de lésions alopeciques sur le corps ont été identifiés. Enfin, l'association entre le score de bien-être du troupeau et la production laitière a été explorée afin de fournir, le cas échéant, des arguments économiques permettant de soutenir des investissements nécessaires à une amélioration du bien-être. Il en ressort que dans les troupeaux où le comportement des vaches est noté de la façon la plus positive, elles produisent plus de lait.

### Mots clés

**bovin, épidémiologie, bien-être, santé, prévalence, boiteries, production laitière**

### Abstract

The aim of this PhD thesis was to produce epidemiological knowledge related to the health of the dairy cows, as considered and defined within the Welfare Quality® Protocol. The main expected result is to contribute to the adaptation of this protocol to allow its use for on-farm intervention and thus contribute to the improvement of the level of health of dairy cows. A first part aimed at describing the level of welfare and of health in French dairy herds and at identifying the associated at risk factors. Despite a low variability for the health score observed in the study sample, several at risk practices were identified such as a lack of cleanliness, a high percentage of thin cows or the absence of pain management regarding dehorning procedures in calves. Moreover, some indicators to detect herds with impaired health were identified. The second part aimed at investigating the informative value, in addition to the Welfare Quality protocol®, of cow based indicators to discriminate long vs short lasting lameness within the frame of a single visit. Several indicators of interest were identified, such as low body condition score or the existence of several skin lesions or hairless patches in different part of the body. Lastly, the association between the level of welfare and the milk yield at herd level was assessed in order to provide putative economic arguments to support further investments to improve the welfare of dairy cows. In herds with low aggressions between cows and good emotional state of the herd, dairy cows produce more milk.

### Key Words

**Cattle, epidemiology, welfare, health, prevalence, lameness, milk yield**

